

Vorwort zum 4. Wilhelm-Stahl-Symposium

Die Veranstalter haben das diesjährige Symposium unter das Generalthema „**Effiziente Produktion mit gesunden Tieren**“ gestellt, weil nur mit gesunden Tieren Nahrungsmittel effizient und verbraucherorientiert erzeugt werden können. Bei der Wahl des Tagungsmottos haben wir uns aber auch davon leiten lassen, dass in einer Zeit, in der nicht immer mit der gebotenen Sachlichkeit über den zukünftigen Weg der deutschen Landwirtschaft diskutiert wird, die Erzeugung tierischer Produkte ganz besonders im Blickpunkt der Öffentlichkeit steht. Die Ursachen für die kritischen Betrachtungen liegen zum einen in objektiven Unzulänglichkeiten, wie z. B.

- Rückstände in Futtermitteln und Lebensmitteln,
- Einsatz von Hilfsstoffen bei der Erzeugung oder Verarbeitung, einschließlich Medikamenteneinsatz,
- Haltungsverfahren,
- Tierseuchen (BSE, Schweine- und Geflügelpest, MKS usw.).

Sie sind aber manchmal auch stark subjektiv begründet.

Ungeachtet solcher, auch zukünftig nicht vollständig vermeidbarer Schuldzuweisungen ist es nach wie vor die Aufgabe des Landwirtes, neben der Stützung des wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und naturgebundenen Lebens im ländlichen Raum Nahrungsmittel für die Menschen zu erzeugen. Diese ursprüngliche Leistung der Erfüllung des Grundrechtes des Menschen auf Nahrung wird ihm keiner abnehmen.

Auf den dänischen Philosophen SÖREN KIERKEGAARD geht der Ausspruch zurück: „Das Leben versteht man nur im Rückblick, gelebt aber werden muss es vorwärts.“ Von unserer Veranstaltung erhoffen wir uns eine solche Vorwärtsbetrachtung, zumal auch Wilhelm Stahl von Symposien verlangte, dass „die Probleme, die in der Tiefe liegen, ganz konkret angefasst werden“. Deshalb ist es unser Wunsch, dass das 4. Wilhelm-Stahl-Symposium den anwesenden Wissenschaftlern, den Praktikern und den Vertretern von Behörden und Einrichtungen neue Erkenntnisse vermittelt sowie Denkanstöße und Anregungen für eine produktionswirksame Anwendung geben möge.

Dummerstorf, 15./16. Mai 2003

Ottfried Weiher

DIETER KIRSCHKE

Internationale Rahmenbedingungen und Perspektiven in der EU-Agrarpolitik

Summary

Title of the paper: **International framework and perspectives of the EU agricultural policy**

The international framework has enforced major changes of the EU agricultural policy in the past and will do so in the future. Several risks have to be faced during the ongoing WTO negotiations for maintaining the current policy. In addition, the EU eastward enlargement will enhance competitive pressure on the agricultural sector in the old member countries. The EU agricultural policy remains unsatisfactory in order to meet future challenges and, notably, international framework conditions.

Key Words: Agenda 2000, competitiveness, EU agricultural policy, EU enlargement, WTO

Zusammenfassung

Die internationalen Rahmenbedingungen haben zu wesentlichen Änderungen der EU-Agrarpolitik geführt und werden das auch künftig tun. So birgt die laufende WTO-Runde verschiedene Risiken, ob und in welcher Form das derzeitige System aufrecht erhalten werden kann. Von der Osterweiterung der EU ist gerade auch durch die Übernahme der Agrarpolitik in den Beitrittsländern ein zunehmender Wettbewerbsdruck für die alten Mitgliedsländer zu erwarten. Das Konzept der EU-Agrarpolitik bleibt unbefriedigend, um den vielfältigen Anforderungen und insbesondere den internationalen Rahmenbedingungen gerecht zu werden.

Schlüsselwörter: Agenda 2000, EU-Agrarpolitik, Osterweiterung, Wettbewerbsfähigkeit, WTO

Einleitung

Die internationalen Rahmenbedingungen haben mit der McSharry-Reform von 1992 eine grundlegende Änderung der EU-Agrarpolitik bewirkt. Heute diskutieren wir in einer neuen WTO-Runde über die Zukunft der Weltagrarwirtschaft, und in der Europäischen Union sind die neuen Mitgliedsländer in die Gemeinschaft zu integrieren. Wie sehen vor diesem Hintergrund die Zukunft der europäischen Landwirtschaft und der EU-Agrarpolitik aus? Nach den Beschlüssen zur Osterweiterung und zur Deckelung der Agrarausgaben in einer erweiterten EU erscheint die derzeitige Ruhe in der agrarpolitischen Diskussion trügerisch: Nach wie vor ist die europäische Landwirtschaft weit davon entfernt, international wettbewerbsfähig zu sein, und die internationalen Rahmenbedingungen werden weitere Anpassungen erzwingen.

WTO-Runde

Die neuen Themen in der laufenden WTO-Runde sind die alten: Es geht um weitere Liberalisierung im Weltagrarhandel – um die Verbesserung des Importzugangs, den Abbau von Exportsubventionen und die Senkung interner Subventionen. Für die EU bedeutet das, dass der Druck zur vollständigen Abschaffung ihrer Exportsubventionen

hoch bleibt und dass sich Konflikte über die noch stark geschützten Produkte, wie Milch, Rindfleisch und Zucker, abzeichnen. Für Zucker ist nach der EU-Initiative „Alles außer Waffen“ klar, dass es zu einer Änderung der Marktordnung kommen muss; zudem ist nach dem Auslaufen der Friedensklausel aus der Uruguay-Runde in diesem Jahr mit WTO-Beschwerden gegen die Zuckermarktordnung zu rechnen.

Ungewiss ist auch, was aus den „blue box“-Subventionen der EU-Agrarpolitik wird. Es ist üblich geworden, bei den Agrarsubventionen zwischen tolerierten „green box“-Subventionen und nicht tolerierten „amber box“-Subventionen zu unterscheiden. Die Direktzahlungen der EU gehören in die „blue box“, sie werden als Ergebnis der Uruguay-Runde derzeit noch politisch als zulässig toleriert. Für die neue WTO-Runde spielt die Forderung einer vollständigen Entkoppelung von Produktion und Subvention eine besondere Rolle, und insbesondere die Agrarexportländer der Cairns-Gruppe sind nicht mehr bereit, das alte „Blau“ weiterhin als „blau“ zu akzeptieren. Es ist unklar, wie sich diese Diskussion um die Akzeptanz der EU-Direktzahlungen entwickeln wird und ob möglicherweise ein neuer „politischer Deal“ zur Beibehaltung des Subventionssystems erreicht werden kann. Hier besteht also eine offene Flanke für die EU-Agrarpolitik.

Es gibt natürlich Hoffnungen, dass das so genannte „europäische Agrarmodell“ international akzeptabel bleibt. Solche Hoffnungen sind etwa an das Thema nicht-handelsbezogener Anliegen geknüpft, die in der laufenden WTO-Runde eine besondere Rolle spielen sollen. Es geht um die Verbesserung von Umwelt- und Qualitätsstandards im internationalen Agrarhandel. Tatsache ist, dass in den laufenden Diskussionen in dieser Hinsicht bislang wenig geschehen ist und dass viele WTO-Mitgliedsländer gegen eine solche Entwicklung sind, weil sie hierin einen Protektionismus in neuem Gewand sehen. Der derzeitige Rechtsstand wird durch das Hormonfleisch-Thema deutlich: Verbieten WTO-Mitgliedsländer wie die EU aus Umwelt- oder Verbraucherschutzgründen den Import von Produkten und ist die Begründung international wissenschaftlich nicht akzeptabel, so werden solche Maßnahmen als unerlaubter Handelseingriff deklariert und behandelt.

Eine wirkliche Entlastung der internationalen Liberalisierungsdiskussion könnten indessen stabile oder auch leicht steigende Weltmarktpreise bringen, wie sie von verschiedenen Experten vorausgesagt werden. Hier eröffnen sich zum einen Marktchancen auch für EU-Produkte, insbesondere für Qualitätsprodukte. Zum anderen aber könnte die Diskussion um Exportsubventionen gegenstandslos werden, und die Diskussion um „blue box“-Subventionen könnte an Brisanz verlieren, wenn die Verdienstmöglichkeiten von Agrarexportländern auf den Weltmärkten steigen. Freilich ist anzumerken, dass eine positive Weltmarktpreisentwicklung durch einen steigenden Euro wieder unterlaufen werden kann, wie es sich zu Beginn des Jahres 2003 abzeichnet.

Eine „politische“ Hoffnung schließlich sieht mancher Europäer für die laufende WTO-Runde in der neuen US-Agrarpolitik. Tatsächlich setzen die USA nach einer konsequenten Liberalisierungspolitik in der Folge der Uruguay-Runde nunmehr mit der neuen Farmbill aus dem Jahr 2002 auf mehr Protektion: Direkt- und „loan“-Zahlungen für Produkte werden aufgestockt, und als neues Schutzelement kommt ein Zielpreis für einzelne Produkte hinzu, der durch staatliche Zahlungen gesichert werden soll. Das entspricht sicherlich nicht dem Geist der WTO, sprengt aber noch nicht die vereinbarten Subventionsgrenzen. Da faktisch wegen der hohen Weltmarktpreise noch nicht viel

geschehen ist und auch die Kongresswahlen vorbei sind, wäre es deshalb vorschnell, mit der neuen Farmbill, die bis zum Jahr 2007 gilt, von einer dauerhaften und protektionistischen Kehrtwende in der US-Agrarpolitik zu sprechen. Sicherlich wird durch diese neue US-Politik die internationale Liberalisierungsdiskussion im Agrarbereich nicht gerade gestärkt, aber die EU hat in dieser Debatte nach wie vor und eindeutig die „schlechteren Karten“ als die USA.

Fassen wir zusammen, so gibt es von der laufenden WTO-Runde keine Entwarnung für die EU-Agrarpolitik. Vielmehr bestehen erhebliche Risiken, ob das derzeitige System der EU-Agrarpolitik Bestand haben kann.

EU-Osterweiterung

Mit der anstehenden Osterweiterung schickt sich die EU an, die derzeitige Agrarpolitik auf die neuen Mitgliedsländer zu übertragen. Nach den Abschlussverhandlungen in Kopenhagen ist es auch bei den Direktzahlungen nochmals zu einer deutlichen Aufstockung gegenüber dem ursprünglichen Kommissionsvorschlag mit vorgesehenen Zahlungen von zunächst 25-35% bis 2006 gekommen. Der Beschluss zur Deckelung der Agrarausgaben wird zwar in der Tendenz dazu führen, dass das Niveau der Direktzahlungen in der erweiterten Gemeinschaft insgesamt sinkt; aber es wird in der Gemeinschaft keine „Zwei-Klassen-Gesellschaft“ in Bezug auf die Unterstützung des Agrarbereichs geben. Eine zentrale Frage ist, wie sich die Wettbewerbsfähigkeit zwischen den alten und den neuen Mitgliedsländern entwickeln wird.

Hier ist es zunächst offensichtlich, dass in den neuen Mitgliedsländern noch große Strukturprobleme zu bewältigen sind. Das gilt für die Anpassung der Betriebsgrößen, den Arbeitskräftebesatz und die Kapitalausstattung sowie für den Ausbau der ländlichen und wirtschaftlichen Infrastruktur. Für die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft in den alten Mitgliedsländern besteht deshalb unmittelbar keine Gefahr, wohl aber perspektivisch: Es ist offensichtlich, dass in den neuen Mitgliedsländern ein erhebliches landwirtschaftliches Produktionspotential besteht, das zumal unter den Bedingungen der derzeitigen EU-Agrarpolitik genutzt werden wird.

Von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit in den mittel- und osteuropäischen Beitrittsländern sind die Entwicklung der Löhne und der Arbeitsproduktivität. Beide Größen liegen in allen Ländern deutlich unter dem Niveau der EU-15; interessant aber ist die Relation beider Größen. So beträgt etwa in Tschechien und Ungarn die Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft nur knapp die Hälfte des EU-15-Niveaus, aber das Lohnniveau liegt bei nur etwa 15%. Mit anderen Worten: In Bezug auf die Arbeitskosten gibt es in der Landwirtschaft dieser Länder bereits heute deutliche Wettbewerbsvorteile. Interessant ist das polnische Beispiel, wo es trotz eines niedrigen Lohnniveaus von etwa 20% im Vergleich zur EU-15 wegen der geringen Arbeitsproduktivität von unter 15% im EU-15-Vergleich heute in der Tat eher Wettbewerbsnachteile in Bezug auf die Arbeitskosten gibt. Die Entwicklung von Löhnen und Arbeitsproduktivität wird künftig entscheidend die Wettbewerbsfähigkeit in der erweiterten Gemeinschaft bestimmen.

Vor diesem Hintergrund ist festzustellen, dass die schlichte Übernahme der EU-Agrarpolitik in den mittel- und osteuropäischen Ländern die agrarpolitischen Rahmenbedingungen verbessern und deutliche Produktionsanreize geben wird. Die von der OECD ermittelten Produktionssubventionsäquivalente sind in der heutigen EU mit knapp 40% etwa doppelt so hoch wie in den meisten Beitrittsländern, mit der Aus-

nahme Sloweniens. Berechnungen zeigen, dass der mit der Übernahme der EU-Agrarpolitik politisch induzierte Konkurrenzdruck insbesondere bei tierischen Primärprodukten sowie bei Fleisch- und Milchprodukten wirksam werden könnte.

Perspektiven der EU-Agrarpolitik

Angesichts der skizzierten internationalen Rahmenbedingungen und der laufenden Osterweiterung bleibt die derzeitige Gestaltung der EU-Agrarpolitik unbefriedigend. Das Grundproblem ist, dass die gesetzten Ziele mit den gewählten Politiken nur unzureichend erreicht werden. Die Abbildung skizziert die Problemlage. Nicht zu kritisieren sind die grundlegenden Ziele der EU-Agrarpolitik: Marktorientierung, Einkommenssicherung und Nachhaltigkeit. Was aber bedeuten diese Ziele für die konkrete Politikgestaltung?

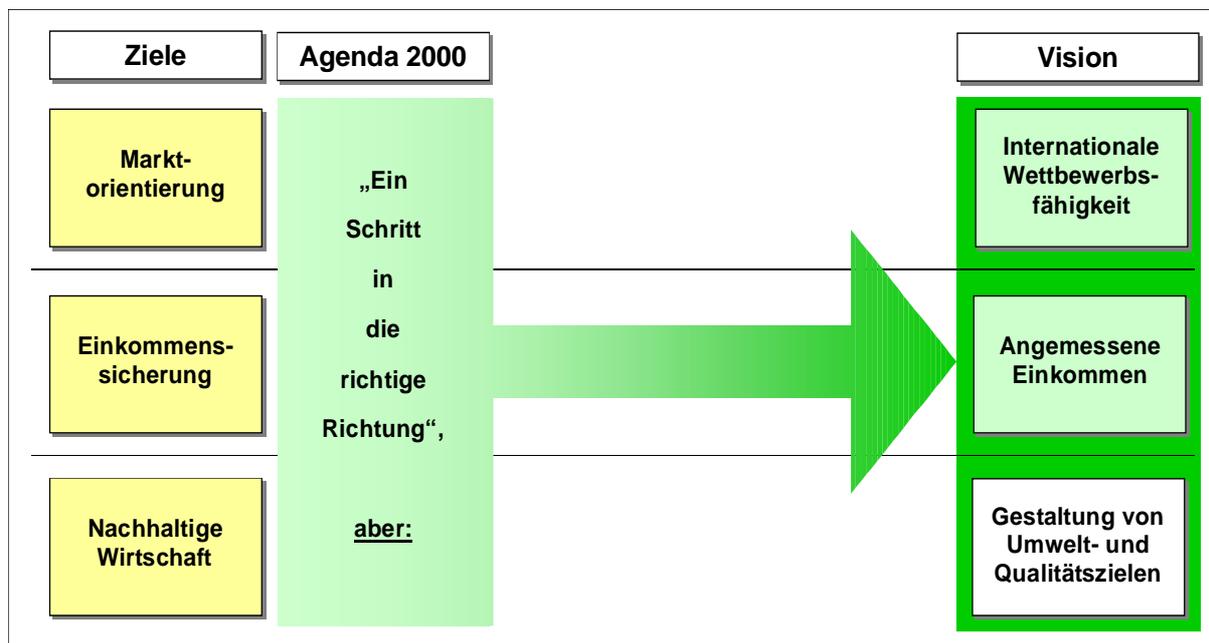


Abb.: Perspektiven für die EU-Agrarpolitik (Perspectives of the EU agricultural policy)

Die Vision für die Agrarpolitik in der EU könnte eine Landwirtschaft sein, die wirklich international wettbewerbsfähig ist, in der angemessene Einkommen erzielt werden und mit der angestrebte Umwelt- und Qualitätsziele erreicht werden. Von dieser Vision ist die EU-Agrarpolitik auch mit der Agenda 2000 noch weit entfernt. Von Wettbewerbsfähigkeit kann man nicht wirklich sprechen, wenn der Preis in der EU bei Produkten wie Zucker, Rindfleisch und Milch deutlich über dem Weltmarktpreis liegt oder wenn bei Getreide zwar Weltmarktpreise herrschen, die „Wettbewerbsfähigkeit“ aber mit einer Flächenprämie von 300 €/ha erzielt wird. Angemessene Einkommen werden gegenwärtig nur vereinzelt erzielt im Agrarbereich, und wenige Produzenten erhalten einen großen Teil der Subventionen. Verteilungsgerechtigkeit wird aber auch nicht wirklich umgesetzt mit einer Agrarpolitik, die mit ihren Maßnahmen nicht am Einkommen der Landwirte ansetzt, sondern an Produktion und Faktoreinsatz. Um ein Bild zu zeichnen: Früher einmal wurden Weizen und Rindfleisch subventioniert, um das Einkommen der Landwirte zu stützen; heute sind es immerhin Weizenflächen und Rinder, aber noch immer nicht steht das Einkommen der Landwirte im Vordergrund. Die verstärkte Ausrichtung der Agrarpolitik an Umwelt- und Qualitätszielen schließ-

lich ist in aller Munde, doch es fehlen schlicht das Geld und auch Konzepte, um diese Nachhaltigkeitsorientierung in der Agrarpolitik wirkungsvoll umzusetzen. Die Diskussion um die Neuausrichtung der Agrarpolitik in Deutschland und der EU ist vor diesem Hintergrund verständlich. Im Vordergrund steht eine Umorientierung auf Nachhaltigkeits- und also: Umwelt- und Qualitätsziele, und diese Perspektive ist sicherlich sinnvoll, zumal es auch um eine grundlegende neue gesellschaftliche Legitimation von Agrarpolitik geht. So ist auch nachvollziehbar, wenn unter dem Stichwort „Modulation“ darüber nachgedacht wird, wie öffentliche Mittel aus der Finanzierung der „klassischen“ Markt- und Preispolitik in die „zweite Säule“ verlagert werden können. Das Problem besteht allerdings darin, dass eine solche Neuausrichtung noch nicht die Probleme der „alten“ Agrarpolitik löst, also Wettbewerbsfähigkeit und Verteilungsgerechtigkeit herzustellen. So besteht die konkrete Gefahr, dass diese Probleme in der aktuellen Diskussion schlichtweg ausgeblendet werden und sich dadurch verschärfen. Agrarpolitik verlangt konsistente Konzepte, um den vielfältigen Anforderungen und insbesondere den internationalen Rahmenbedingungen und der Osterweiterung gerecht zu werden. Die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik erscheint deshalb offensichtlich; es ist zu hoffen, dass diese Weiterentwicklung nicht nur durch die Rahmenbedingungen erzwungen, sondern aktiv politisch gestaltet wird.

Literatur

FROHBERG, K.; WEBER, G.:

Auswirkungen der EU-Osterweiterung im Agrarbereich. Halle/Saale: IAMO Discussion paper No. 42, 2002

KIRSCHKE, D.:

Regelwerk der WTO – Welche Zukunftsperspektive hat die EU-Agrarpolitik? Vortrag auf der Wissenschaftlichen Akademietagung des Deutschen Bauernverbandes und der Andreas Hermes Akademie, Bonn-Röttgen, Oktober 2001

KIRSCHKE, D.:

Reform der EU-Agrarpolitik – ein altes Thema mit neuen Perspektiven? In: HERMANN, R.; KIRSCHKE, D.; SCHMITZ, P.M. (Hrsg.): Landwirtschaft in der Weltwirtschaft. Festschrift anlässlich des 60. Geburtstages von Prof. Dr. Ulrich Koester. In: Agrarwirtschaft **47** (1998), Sonderheft 158, 260-275

KIRSCHKE, D.:

Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik – Aussichten für die neuen Bundesländer. Kiel: Vauk, 1998

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMVEL):

EU-Themen/Agrarpolitik. <http://www.verbraucherministerium.de/aktuelles/bml-akt.htm>

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMVEL):

Position der Bundesregierung zur Zwischenbewertung der Agenda 2000 (Mid-Term-Review) vom 27. Februar 2002. <http://www.verbraucherministerium.de/aktuelles/agenda-2000-zwischenbewertung-27-2-2002.htm>

EUROPÄISCHE UNION (EU):

Landwirtschaft. <http://europa.eu.int/comm/agriculture/index.htm>

EUROPÄISCHE UNION (EU): Landwirtschaft und Erweiterung.

http://europa.eu.int/comm/agriculture/external/enlarge/index_de.htm

EUROPÄISCHE UNION (EU):

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Landwirtschaft: die Halbzeitbewertung der EU-Agrarpolitik. http://europa.eu.int/comm/agriculture/mtr/index_de.htm

ORGANISATION FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT (OECD):

Highlights of Agricultural Policies in OECD Countries: Monitoring and Evaluation 2002. <http://www.oecd.org/pdf/M00030000/M00030609.pdf>

TANGERMANN, S.:

Agrarmärkte und Agrarpolitik der USA und der EU: Konvergenz oder Divergenz. Vortrag zur akademischen Gedächtnisfeier anlässlich des 100. Geburtstages von Prof. Dr. Dr. h.c. A. Hanau, Göttingen, 6. Dezember 2002. <http://www.gwdg.de/~uaao/startseite/aktuelles/hanautang.ppt>

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Dr. h.c. DIETER KIRSCHKE

Humboldt-Universität zu Berlin

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus

Fachgebiet Agrarpolitik

Luisenstraße 56

D-10099 Berlin

E-Mail: dieter.kirschke@agrار.hu-berlin.de

HUBERT HEILMANN

Wirtschaftliche Auswirkungen der neuen EU-Vorschläge

Summary

Title of the paper: **Economic consequences of new EU suggestions**

The possible effects of changed agrarian basic conditions for the agriculture in Mecklenburg-Vorpommern are discussed. In the centre come into focus the economic consequences of the European Union suggestions on the Mid-Term Review of the agenda 2000, especially the introduction of progressive modulation, the reform of the milk market and the decoupled single farm payment.

Key Words: Agenda 2000, milk production, beef production, decoupling, single farm payment

Zusammenfassung

Die möglichen Auswirkungen veränderter agrarpolitischer Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern werden diskutiert. Im Mittelpunkt stehen dabei die ökonomischen Konsequenzen der EU-Vorschläge zur Halbzeitbewertung der Agenda 2000, im Besonderen zur Einführung der obligatorischen Modulation, die Reform des Milchmarktes und die Entkopplung der Direktbeihilfen.

Schlüsselwörter: Agenda 2000, Milcherzeugung, Rindfleischproduktion, Modulation, Betriebsprämie

Einleitung

Im Rahmen der Halbzeitbewertung der Agenda 2000 wurden am 22.01.2003 von der EU-Kommission Vorschläge zur weiteren Ausgestaltung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen unterbreitet.

Für die Tierproduktion ergibt sich eine Reihe von Veränderungen, deren mögliche Auswirkungen für das Land Mecklenburg-Vorpommern und die landwirtschaftlichen Unternehmen einer ökonomischen Betrachtung unterzogen werden sollen. Der Schwerpunkt des Beitrages soll auf die Auswirkungen der Vorschläge zur obligatorischen Modulation, zur Reform des Milchmarktes und zur Entkopplung der Direktbeihilfen gelegt werden.

Material und Methoden

In den nachfolgenden Ausführungen werden die vorgeschlagenen Änderungen (Stand 22.01.2003) betriebswirtschaftlichen Bewertungen unterzogen. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um Modellrechnungen auf einzelbetrieblicher Basis, die auf sektorale Ebene hochgerechnet werden. Den Hochrechnungen liegen die Daten der Bodennutzungshaupterhebung zugrunde und schließen somit nahezu alle landwirtschaftlichen Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern ein.

Die Angaben zu den betriebswirtschaftlichen Auswirkungen beziehen sich in der Regel auf die Endstufe der Regelung. Das ist z.T. das Wirtschaftsjahr 2007/2008, wenn

die Agenda 2000 nach den Berliner Beschlüssen in allen Phasen abgeschlossen sein wird. Bei einigen geplanten Neuregelungen werden die Endstufen erst nach 2008 erreicht.

Vereinfachend wurde in den Modellkalkulationen davon ausgegangen, dass bei den zu erwartenden Rindfleischpreisen die Produktionsumfänge einzelbetrieblich so angepasst werden, dass die Extensivierungsprämie in vollem Umfang in Anspruch genommen werden kann. Die Prämienzahlungen im Milchsektor (Grundprämie) wurden in die Berechnungen (auch Modulation) einbezogen.

Ergebnisse

Obligatorische Modulation

Durch Modulation sollen die Prämien je Betrieb um die in Tabelle 1 genannten Prozentsätze gekürzt werden, wovon etwa die Hälfte zur Entwicklung des ländlichen Raumes (nach Kohäsionskriterien umverteilt) in die Mitgliedstaaten zurückfließt. Betriebsprämien bis 5.000 € bleiben effektiv von Kürzungen verschont. In der Endstufe 2012 werden Prämien von 5.001 bis 50.000 € um 12,5 % gekürzt. Alle Kürzungen von Prämien darüber hinaus werden zur Finanzierung neuer Marktreformenten verwendet.

Tabelle 1

Kürzung der Prämienzahlungen je Betrieb von 2006 bis 2012 (in Prozentpunkten), abhängig vom Gesamt-Prämienvolumen (Shortening of premium payments per farm from 2006 to 2012 (%), depending on total premium amount)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
allgem. Kürzung der Prämien	1	4	12	14	16	18	19
dav. Verlagerung f. ländl. Raum	1	2	3	4	5	6	6
effektive Kürzung bis 5.000 €	0	0	0	0	0	0	0
5.001 – 50.000 €	1	3	7,5	9	10,5	12	12,5
>50.000 €	1	4	12	14	16	18	19

Tabelle 2

Obligatorische Modulation in der Endstufe 2012 für M-V (Obligatory modulation in the final stage in 2012 for Mecklenburg-Vorpommern)

		effekt. Kürzungssatz/Prämienvolumen			gesamt
		< 5.000 €	5.001-50.000 €	> 50.000 €	
		0 %	12,5 %	19 %	
Prämienkürzung durch Modulation	Mio. €		13,2	63,5	76,6
Anteil an Gesamtprämienvolumen	%		3	14	17
Anzahl Prämienberechtigter Betriebe	Anz.	1.209	3.332		4.541
davon über 50.000 €Prämienrechte				1.850	
LF der betroffenen Betriebe	ha	22.257	1.341.079		1.363.337
davon über 50.000 €Prämienrechte				1.239.751	
Betriebe mit > 15 % Prämienverlust	ha			1.284	
deren LF				1.113.771	

Der Freibetrag von 5.000 € wird bereits bei einer Betriebsgröße von rund 14 ha erreicht. In der Endstufe der Reformvorschläge 2012 ergibt sich für MV ein Kürzungsbetrag von über 87,1 Mio. € Davon fließen ca. 10,5 Mio. € an die Betriebe zurück, wodurch die effektive Kürzung in MV insgesamt ca. 76,6 Mio. € bzw. 17 % beträgt (Tab. 2). Von der Kürzung sind letztendlich insgesamt 3.332 Betriebe (73 %) betroffen. 1.284 davon verlieren über 15 % ihrer Prämien, das betrifft über 80 % der

landwirtschaftlichen Fläche. Der Rückfluss ist national begrenzt (D: 2012 auf 465,3 Mio. €).

Voraussichtlich etwa 26 Mio. € würden aus MV in der Endstufe 2012 zur Umverteilung für die Stärkung des ländlichen Raumes fließen. Der Anteil der Mittel, der wieder in die Region zurückfließen wird, ist derzeit nicht zu quantifizieren.

Reformvorschläge zur Milch

Die bereits beschlossenen Reformmaßnahmen im Milchsektor in der Agenda 2000 sollen nach den Vorstellungen der EU-Kommission bereits ein Jahr früher (2004) als in Berlin beschlossen umgesetzt werden. Gleichzeitig sollen die Milchquoten bis 2014/15 zur Produktionsregulierung fortgeschrieben werden. Statt der insgesamt dreistufigen Interventionspreissenkung um 15 % (je 5 % in 2004, 2005 und 2006) soll eine asymmetrische Absenkung (jährlich 7 % bei Butter und 3,5 % bei Magermilchpulver) um durchschnittlich insgesamt 25 % in fünf Stufen (zusätzlich 2007 und 2008) erfolgen. Die Milchprämien werden entsprechend den Agenda 2000-Regelungen (50 %-Kompensation der Preissenkung) auf 22,99 €/t in 2007 und 28,74 €/t in 2008 und den Folgejahren erhöht. Zu der bereits beschlossenen Milchquotenerhöhung um 1,5 % sollen in 2007 und 2008 jeweils zusätzlich 1 % hinzukommen. Die Aufhebung des öffentlichen Beschaffungswesens für Butter ab 30.000 t/Jahr ist geplant.

Diese Maßnahmen erhöhen den Druck auf den Milcherzeugerpreis. Je nach dem Ausmaß der Milchpreisabsenkung können den Milchvieh haltenden Betrieben Einkommensverluste im Jahr 2008 von bis zu 15 Mio. €/Jahr entstehen. Dies entspricht einem Gewinnrückgang von rund 1 Cent/kg Milch.

Nach weitergehenden Modellrechnungen sind für eine kostendeckende Gestaltung der Milchproduktion unter den zukünftigen Rahmenbedingungen große Anstrengungen in den Milchvieh haltenden Betrieben erforderlich. Vorrangig die Kosten der Reproduktion durch Erhöhung der Lebensleistung und die Reduzierung der Aufzucht- sowie der Tierverluste sind in diesem Kontext zu nennen. Selbst bei verbesserten Input-/Outputrelationen und einer jährlichen Leistungssteigerung von 200 kg FCM/Kuh ist mit einem Rückgang des Gewinnbeitrages aus der Milchproduktion bis zum Jahr 2010 von über 20 % (Vergleichsbasis 2001) zu rechnen.

Entkoppelung der Direktbeihilfen

Die Kommission schlägt ein System von Direktzahlungen je Betrieb (Betriebsprämie) auf der Basis des globalen Beihilfebetrages vor. Beruhend auf historischen Zahlungen im Referenzzeitraum 2000 bis 2002, die entsprechend den Agenda-2000-Beschlüssen angepasst werden, sollen die Prämienzahlungen (landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Reis, Saatgut, Trockenfutter, Kartoffelstärke, Rind- und Schafffleisch, Milch) auf die Fläche (Acker und Grünland) umgelegt werden. Die Zahlungen werden von der Einhaltung von Bestimmungen abhängig gemacht (cross compliance). Für die Mitgliedstaaten sollen nationale Höchstgrenzen für die Betriebsprämie eingeführt werden. Die entsprechenden Betriebsflächen könnten frei nach der Entscheidung der Betriebe genutzt werden (Ausnahmen: Einhaltung guter fachlicher Praxis, Dauerkulturen ausgenommen). Innerhalb eines Zeitraumes von maximal fünf Jahren können die Mitgliedstaaten nicht genutzte Prämienrechte über eine nationale Reserve zur weiteren Unterstützung der Betriebe einsetzen. Die Prämienrechte können mit und ohne Land zwi-

schen Bewirtschaftern innerhalb der Mitgliedstaaten oder festzulegenden Regionen übertragen werden.

Diese Betriebsprämie bewirkt kurz- und mittelfristig eine erhebliche Produktionseinschränkung bei Verfahren, die ohne produktionsbezogene Prämien unter den vorherrschenden Marktpreisen und Rahmenbedingungen nicht rentabel zu gestalten sind. Dies wird in erster Linie die Rindfleischerzeugung (Mutterkuhhaltung, Ochsen- und Bullenmast) und ertragsschwache Anbaugebiete betreffen. Um zumindest eine rudimentäre Nutzung des Grünlandes durch Tierhaltung abzusichern, wäre die Einführung von regionalen Mindestbesatzdichten erforderlich.

Eine Übertragbarkeit der Prämienrechte sowohl mit als auch ohne Land vereinfacht die Hofübergabe auf den Nachfolger und stärkt die Position des Bewirtschafters gegenüber dem Bodeneigentümer. Auf Standorten mit geringer Ertragsfähigkeit ist eine deutliche Entwertung des Bodens zu erwarten.

Noch Unklarheiten bestehen bei der Regelung zur nationalen Höchstgrenze. Dies sollte nicht zu einer Neuauflage der Kappungsdiskussion führen.

Diskussion

Die geplanten Änderungen lassen allgemeine Einkommensverluste durch Modulation und Interventionspreissenkung erwarten. Große Unternehmen werden dabei stärker belastet. In der Rindfleischproduktion ist kurz- und mittelfristig mit deutlichen Rückgängen in den Produktionsumfängen zu rechnen. Die flächendeckende Nutzung der Grenzstandorte wird erschwert. Es gehen zusätzliche Arbeitsplätze im ländlichen Raum verloren.

Dennoch stellt die Entkopplung der Beihilfen einen richtigen Schritt dar. Die landwirtschaftliche Produktion wird stärker an den Märkten ausgerichtet. Die Stellung des Bewirtschafters wird gestärkt. Die Vorschläge kommen den Erfordernissen der GATT- und WTO-Verhandlungen besser nach.

Die Bedeutung von cross compliance, Einhaltung guter fachlicher Praxis und Mindestbewirtschaftungskriterien sowie Leistungen, die nicht vom Markt direkt entlohnt werden (Natur- und Umwelt-, Tier-, Arbeitsschutz etc.), gewinnen an Bedeutung.

Anschrift des Verfassers

Dr. sc. agr. HUBERT HEILMANN

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Institut für Betriebswirtschaft

Dorfplatz 1

D-18276 Gülzow

MAREN LÜTH

Verbraucherakzeptanz für regionale und ökologische Lebensmittel

Summary

Title of the paper: **Consumer preferences for regional and organic food**

With the so called "Agrarwende" (reversal of agricultural trends) organic farming in Germany has gained new growing impulses. However, the niche strategy in the marketing of organic products doesn't meet future demands on new target groups and marketing channels any more. The following paper discusses consumers' preferences on organic and regional food and indicates weak points, which get in the way of more extended consumption patterns of organic food.

Key Words: organic food, marketing strategies, occasional consumer, consumption barriers

Zusammenfassung

Mit der Agrarwende hat der ökologische Landbau in Deutschland einen neuen Wachstumsimpuls erhalten. Die bisherige Nischenstrategie im Absatzkanal entspricht allerdings nicht mehr den zukünftigen Anforderungen an ein Marketing für neue Zielgruppen und Absatzwege. Der folgende Beitrag diskutiert die Verbraucherpräferenzen für Lebensmittel aus ökologischer und regionaler Erzeugung und zeigt Schwachstellen auf, die einem intensiveren Verbrauch von Öko-Lebensmitteln (noch) entgegen stehen.

Schlüsselwörter: Öko-Lebensmittel, Marketingstrategien, Gelegenheitskäufer, Kaufbarrieren

Einleitung

In vielen Veröffentlichungen wird ökologischen Lebensmitteln in Deutschland derzeit der Weg in den Massenmarkt prophezeit. In der Tat weist dieses Segment mit 10-15 % Umsatzwachstum einen ungebrochen positiven Trend auf, wie auch an der zunehmenden Aktivität des Lebensmitteleinzelhandels zu sehen ist. Dennoch muss das Verbrauchervertrauen in das ökologische Angebot ständig neu gewonnen und gefestigt werden. Der Nitrofen-Skandal bescherte der gesamten Branche im Sommer 2002 herbe Absatzeinbußen und zwang viele Verarbeitungsbetriebe, ihr Bio-Engagement einzuschränken (o.V. 2002). Verbraucher, die sich dem Öko-Angebot gerade zugewandt hatten, waren verunsichert und reagierten mit Kaufzurückhaltung. Wie steht es also heute um die langfristigen Präferenzen der deutschen Verbraucher bei Bio-Lebensmitteln? Wird die Nachfrage dauerhaft einen stabilen Zuwachs des Öko-Landbaus ermöglichen? Die nachfolgenden Ausführungen widmen sich dem ökologischen Kaufverhalten in Deutschland und zeigen Schwachstellen auf, die dem intensiveren Verbrauch von Öko-Lebensmitteln (noch) entgegen stehen.

Zur Zielgruppe des Öko-Marktes

Um die Zielgruppe des Öko-Marktes näher zu beschreiben, soll zunächst das generelle Umwelt- und Preisbewusstsein und das daraus resultierende Käuferverhalten in Deutschland betrachtet werden. Laut Untersuchungen zum Umweltbewusstsein der

deutschen Bevölkerung können rund zwei Drittel der Personen als Befürworter des Umweltschutzes charakterisiert werden. Neben einer engagierten Kerngruppe von 8% stellt der größte Teil von ca. 56 % der Bevölkerung Sympathisanten dar, die sich zwar für Umweltthemen interessieren, aber eher passiv verhalten und ein geringes Wissen im Umweltschutz aufweisen. Letztlich legt rund ein Drittel der Bevölkerung eine gleichgültige oder gar ablehnende Haltung an den Tag (SPILLER, 1999; MONHEMIUS, 1993). Beim Marken- und Preisbewusstsein als weitere Einflussgrößen auf den Absatz ökologischer Produkte kann eine Dreiteilung der Konsumentenschaft in sehr preisbewusste Käufer, Qualitätskäufer und sogenannte „Smart Shopper“ vorgenommen werden. Smart Shopper stellen dabei einen Kundenkreis dar, der zwar sehr markenbewusst ist, aber seine Markenprodukte bevorzugt im Sonderangebot einkauft. Bei der Vermarktung von Öko-Produkten muss also das generell eher geringe Wissen um Umweltfragen bei gleichzeitig überwiegend hohem Preisbewusstsein in der Bevölkerung berücksichtigt werden.

Betrachtet man nun den Absatz von Öko-Produkten, so weist die Gruppe der Gelegenheitskäufer von Öko-Lebensmitteln in den vergangenen Jahren den stärksten Zuwachs im Vergleich zu den Intensivkäufern und den Ablehnern dieser Produktgruppe auf (BRUHN, 2002). Hier wird gleichzeitig noch das größte Potenzial vermutet (HENSCHKE und KIVELITZ 2002). Bei der Käufergruppe der Selten- und Gelegenheitskäufer handelt es sich um Personen, die ein generelles Interesse an Öko-Lebensmitteln mitbringen, jedoch keine großen Anstrengungen oder Entbehrungen auf sich nehmen, um sich damit zu versorgen. Gelegenheitskäufer greifen vorwiegend beim alltäglichen Lebensmitteleinkauf im Supermarkt auf ökologische Produkte in direkter Nachbarschaft zu konventionellen Lebensmitteln zurück. Sie weisen eine geringere Zahlungsbereitschaft als die Intensivkäufer und ein kaum ausgeprägtes Wissen um Marken, Labels oder Inhaltsstoffe von Öko-Lebensmitteln auf. Charakteristisch ist weiterhin, dass der gesellschaftlich-soziale Nutzen (z. B. Umweltschutz, Tierschutz) niedriger als der individuelle Nutzen (z. B. Gesundheit, Geschmack) eingestuft wird, d. h. es ist ein persönlicher Mehrwert zum Konsum von Öko-Produkten erforderlich (ZMP, 2001). Der Handel reagiert auf diesen Anspruch mit differenzierten Kommunikationsstrategien, die die ökologische Produkteigenschaft mit persönlichen Nutzenargumenten wie Genuss oder Gesundheit kombinieren (LÜTH, 2003). Nicht selten werden Ökologie und Regionalität dabei auch verknüpft, da ökologische Lebensmittel mit einem regionalen Image bei vielen Verbrauchern belegt sind. Generell stellt die regionale Herkunft von Lebensmitteln nicht zuletzt aus Sympathie- und Sicherheitsgründen ein wichtiges Einkaufskriterium dar, was sich auch durch das Angebot von Regionalmarken zahlreicher großer Markenartikler widerspiegelt (ZMP, 2000a; STAACK, 2002).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich die Öko-Kundschaft keinesfalls mehr ausschließlich aus dem alternativen Milieu rekrutiert, sondern verschiedensten gesellschaftlichen Gruppen entstammt und je nach Produkt oder Anlass differenzierte Konsummuster an den Tag legt.

Schwächen in der Vermarktung von Öko-Produkten

Trotz des beständigen Anstiegs der Nachfrage nach Bio-Produkten gibt es zahlreiche Gründe gegen den Konsum dieser Produkte, die in der folgenden Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle

Gründe für den Nicht-Kauf von Öko-Lebensmitteln (ZMP, 2001) (Causes of non-buying of organic food)

Angaben in %	1996 ¹	2000 ²
Zu teuer	31	57
Weiß nicht, ob es stimmt	36	25
Kein Unterschied	7	21
Schmeckt nicht (besser)	12	20
Keine bessere Qualität	24	18
Gibt es in Einkaufsstätte nicht	9	16

¹ Basis: 731 Nicht-Käufer² Basis: 715 Nicht-Käufer

Die vier gewichtigsten und häufig zitierten Barrieren für den Konsum von Öko-Produkten werden im Folgenden differenziert betrachtet.¹

➤ Preisbarriere: Undifferenzierte Hochpreispolitik

Das Preisniveau von Öko-Lebensmitteln liegt in Deutschland ca. 50-100 % über dem konventioneller Vergleichsprodukte. Dabei fallen die Preisaufschläge besonders bei frischem Obst und Gemüse sowie bei Molkereiprodukten ins Gewicht (ZMP, 2000b). Auf landwirtschaftlicher Seite sind die Mehrkosten der ökologischen Produktion eindeutig zu identifizieren. Neben geringeren Spezialisierungsvorteilen und Ertragsminderungen der Landwirte fallen das größere Produktionsrisiko und eine höhere Arbeitsintensität auf ökologischen Betrieben ins Gewicht. Bei den nachfolgenden Stufen der Wertschöpfungskette treten hingegen neben möglichen Zertifizierungs- und Lizenzgebühren systembedingt kaum zusätzliche Kosten für die ökologische Vermarktung auf. Dennoch werden Öko-Lebensmittel sowohl im Naturkostladen als auch im konventionellen LEH in Deutschland meist als Premium-Produkte im Hochpreissegment angeboten. Die Anteile, die die Landwirte aus den Verbraucherausgaben für Nahrungsmittel erlösen, liegen allerdings oftmals unter 50 %. Es müssen also im Laufe der Vermarktungskette noch Ineffizienzen vorhanden sein, die langfristig zu einer deutlichen Preissenkung von Öko-Lebensmitteln genutzt werden könnten (SPILLER, 2001). Zu nennen sind beispielsweise die Zersplitterung der Angebots- und Verarbeitungsstrukturen, die niedrigere Umschlaggeschwindigkeit und der damit verbundene höhere Verderb der Öko-Lebensmittel sowie höhere Personal- und Flächenkosten von Fachgeschäften.

➤ Distributionsbarriere: Niedrige Distributionsquote, geringe Sortimentstiefe

Als klassische Absatzwege für Öko-Lebensmittel können in Deutschland die Naturkostläden und Reformhäuser bezeichnet werden. Etwa die Hälfte aller Öko-Lebensmittel werden immer noch über diese Vertriebsformen umgesetzt. Auf den konventionellen LEH entfallen ca. 33 %, was im Vergleich zu den dänischen und österreichischen Nachbarn ein geringer Anteil ist. In Dänemark gelangen 90 % der Öko-Lebensmittel über Supermärkte zu den Verbrauchern. Mit massiven Werbeanstrengungen und gezielter Mischkalkulation konnte die führende dänische Supermarktkette FDB (Foreningen af Danske Brugsforeninger) bereits Anfang der 90er Jahre eine erfolgreiche Einführung von Öko-Lebensmitteln verbuchen und dadurch auch Discounter wie Penny, Netto und Aldi zum Einstieg in den Öko-Markt veranlassen (WENDT et al., 1999). Ein derartiger Erfolg wurde bisher am deutschen Öko-Markt noch nicht realisiert, auch wenn in ca. der Hälfte der Handelsfilialen inzwischen Ökoprodukte gelistet

¹ Vgl. weiterführend auch: BIRNER et al., 2002

sind. Das Angebot ist allerdings nicht ausgereift und umfasst oftmals nur Nischensortimente und auszugsweise Frischeprodukte wie Obst, Gemüse oder Fleisch. Eine Vorreiterrolle im konventionellen LEH übernimmt der Fuldaer Filialist tegut, der mit rund 1.000 Öko-Produkten im Sortiment die europäische Spitzenposition bekleidet.

➤ Informationsbarriere: Niedriger Bekanntheitsgrad, fehlende klassische Werbung
Im konventionellen LEH werden Öko-Lebensmittel bisher meist als Handelsmarken angeboten, die jedoch nur rudimentär beworben werden. Klassische Markenartikel gibt es im Öko-Bereich kaum (Ausnahmen sind z. B. Hipp Baby-Kost, Heinz Ketchup, Aurora Mehl). Daher fehlt es an Markenbekanntheit und einem klaren Markenimage. Die wenigsten Öko-Produkte verfügen über eine Unique Selling Proposition (USP), obwohl sie preislich z. T. weit über den Premiummarken liegen. Von den großen Handelsketten haben bisher nur Rewe und Edeka Werbekampagnen für ihre Handelsmarken Füllhorn und BioWertkost gestartet. Eigene Untersuchungen des Bekanntheitsgrades der Öko-Handelsmarke Naturkind von Tengelmann zeigen, dass selbst die Stammkundschaft nur zu einem Drittel von dieser Handelsmarke Notiz genommen hat – 10 Jahre nach der Markteinführung (SPILLER, 1999). Ganz anders dagegen das Beispiel „Ja!Natürlich“, einer Öko-Handelsmarke des österreichischen Handelsunternehmens Billa/Merkur. Ihr geschätzter Bekanntheitsgrad lag nach nur 15 Monaten schon bei 68 %.

➤ Glaubwürdigkeitsbarriere: Irreführendes Marketing
Als weitere Kaufargumente gegen Öko-Lebensmittel treten häufig Zweifel an der Echtheit der Produkte oder geringe wahrnehmbare Qualitätsunterschiede auf. Oftmals richtet sich das Misstrauen allerdings auch gegen den LEH als Einkaufsstätte für Öko-Lebensmittel. Durch sein zurückhaltendes Engagement hat der klassische Lebensmittel Einzelhandel bisher keine Kompetenz und kein Profil im Bereich der Öko-Vermarktung gezeigt, so dass er für viele Verbraucher noch keine Alternative zum traditionellen Naturkostladen darstellt. Als bezeichnende Schwäche des LEH muss auch die Zeichen- und Begriffsvielfalt im Öko-Sektor angesehen werden, die die Verbraucher oftmals mehr verwirrt als in ihrer Kaufentscheidung unterstützt hat. Ein positives Signal ist hier die breite Verwendung des neuen Biosiegels, das die Transparenz für Verbraucher und das Vertrauen in Öko-Lebensmittel stärken soll (RICHTER et al., 2002).

Fazit

Um das generelle Interesse der Kunden an regionalen und ökologischen Lebensmitteln in Kaufabsicht umzusetzen, bedarf es engagierter Marketinganstrengungen, die sich neuer Zielgruppen mit individuellen Positionierungsstrategien annehmen. Den Selten- und Gelegenheitskäufern sollte dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Literatur

BIRNER, R.; BRÄUER, I.; GRETHE, H.; HIRSCHFELD, J.; LÜTH, M.; MEYER, J.; WÄLZHOLZ, A.; WENK, R.; WITTMER, H.:

„Ich kaufe, also will ich?“- Eine interdisziplinäre Analyse der Entscheidung für oder gegen den Kauf besonders tier- und umweltfreundlich erzeugter Lebensmittel. Berichte über Landwirtschaft **80** (2002) 4, 590-613

BRUHN, M.:

- Die Nachfrage nach Bioprodukten: Eine Langzeitstudie unter besonderer Berücksichtigung von Verbrauchereinstellungen. Frankfurt a. Main et al., 2002
- HENSCHKE, H.-U.; KIVELITZ, H.:
Das Nachfragepotenzial für Ökoprodukte realistisch einschätzen. *Ökologie & Landbau* **121** (2002) 1, 19-20
- LÜTH, M.:
Vermarktungsaktivitäten für Öko-Gelegenheitskäufer – Expertengespräche mit Erzeugern, Verarbeitern und Händlern. Arbeitsbericht des Instituts für Agrarökonomie der Universität Göttingen, in Vorbereitung
- MONHEMIUS, K.CH.:
Umweltbewusstes Kaufverhalten von Konsumenten: ein Beitrag zur Operationalisierung, Erklärung und Typologie des Verhaltens in der Kaufsituation. Frankfurt a. Main, Berlin, Bern, New York, Paris, Wien: Lang, 1993
- O.V.:
Bio-Molkereien spüren Gegenwind. Lznet vom 08.08.2002, www.lznet.de, 10.01.03
- RICHTER, T.; REUTER, K.; ALLERSTORFER, H.:
Biomärkte - von den Nachbarn lernen. *Ökologie & Landbau* **121** (2002) 1, 6-11
- SPILLER, A.:
Umweltbezogenes Wissen der Verbraucher. Ergebnisse einer empirischen Studie und Schlussfolgerungen für das Marketing. Diskussionsbeitrag des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Universität Duisburg Nr. 264. Duisburg, 1999
- SPILLER, A. :
Preispolitik für ökologische Lebensmittel: eine neo-institutionalistische Analyse. *Agrarwirtschaft* **50** (2001) 7, 451-461
- STAACK, T.:
Mehrmarkenpolitik in der Ernährungsindustrie – Eine empirische Untersuchung zur Bedeutung von Regionalmarken in Zusammenarbeit mit der Nordmilch eG. Unveröffentlichte Masterarbeit, Institut für Agrarökonomie Göttingen, 2002
- WENDT, H.; DI LEO, M.C.; JÜRGENSEN, M.; WILLHÖFT, C. :
Der Markt für ökologische Produkte in Deutschland und ausgewählten europäischen Ländern, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 481, Münster-Hiltrup, 1999
- ZMP (Hrsg.):
Einkaufskriterien für Lebensmittel 2000. Bonn, 2000a
- ZMP (Hrsg.):
Bio-Produkte im Einzelhandel. Materialien zur Marktberichterstattung, Bd. 31, Bonn, 2000b
- ZMP (Hrsg.):
Einstellungen und Käuferprofile bei Bio-Lebensmitteln. Bonn, 2001

Anschrift des Verfassers

MAREN LÜTH

Institut für Agrarökonomie der Georg-August-Universität Göttingen

Marketing für Agrarprodukte und Lebensmittel

Platz der Göttinger Sieben 5

D-37073 Göttingen

FRIEDHELM ADAM

Mit dem Qualitäts- und Sicherungssystem die Wettbewerbsfähigkeit sichern

Summary

Title of the paper: **Ensure competitiveness by quality- and assurance systems**

In all production levels documented and independent controlled quality assurance systems are a great challenge to which no alternatives exist. All requirements should be realized by modern information systems. In addition to documentation these systems can be used to optimise product and process quality. Within a multilevel control system and responsibility for each level of production all demands of the market can be realized practically.

The "QS-System" is a basic quality assurance system in which all legal and some market demands are integrated. Additional criteria and special demands of companies to establish Trademarks are required.

The necessary regional organisation structures to establish the QS-System are already realized. Cooperation with livestock organisations and regional agricultural consulting organisations are the basis for wide acceptance and cost-effective realisation. Growing numbers of QS-members in each level of the value chain confirm the importance of quality assurance systems. First audit results show high existing quality standards. In some parts work is still to be done, for example food trading companies have to reduce their wait and see attitude regarding the system. At this time the German Central Marketing Organisation of Agriculture (CMA) will communicate the system towards consumer.

Key Words: Quality assurance, documentation, information systems, traceability, control system, quality standard

Zusammenfassung

Stufenübergreifende, dokumentierte und neutral kontrollierte Qualitätssicherungskonzepte sind eine Herausforderung für die Praxis, zu der es künftig keine Alternative gibt. Die Anforderungen sollten durch Nutzung moderner Informationssysteme umgesetzt werden. Neben der Dokumentation bieten solche Systeme Ansätze zur Optimierung der Produkt- und Prozessqualität. Durch das mehrstufige Überwachungssystem und das Prinzip der Eigenverantwortung können die Marktanforderungen praxisorientiert umgesetzt werden.

QS ist als Basisqualität zu interpretieren, die im Wesentlichen die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sowie einiger vom Markt geforderter Kriterien beinhaltet. Unternehmensspezifische Zusatzanforderungen mit der Etablierung von Marken sind gewollt.

Die notwendigen Organisationsstrukturen zur Umsetzung des Systems sind regional weitgehend umgesetzt. Die Einbeziehung der bestehenden Strukturen der landwirtschaftlichen Veredlungswirtschaft und der regionalen Beratungsträger sind die Basis für eine breite Akzeptanz und für eine kostenorientierte Umsetzung. Die wachsende Zahl der Teilnehmer innerhalb der beteiligten Prozessstufen bestätigt den zunehmenden Stellenwert der Qualitätssicherung. Die ersten Erfahrungen mit den Betriebsabnahmen weisen auf ein hohes Qualitätsniveau hin. In einigen Bereichen gibt es auch noch Nachholbedarf. Insbesondere auf der Stufe des Lebensmittelhandels muss die zur Zeit zu beobachtende Zurückhaltung weitgehend abgebaut werden. Das System wird zur Zeit von der CMA in Richtung der Verbraucher kommuniziert.

Schlüsselwörter: Qualitätssicherung, Dokumentation, Informationssystem, Rückverfolgbarkeit, Kontrollsystem, Qualitätsstandard

Einleitung

BSE, MKS, KSP, Salmonellen, Nitrofen, Nitrofurantoin und MPA haben in der Vergangenheit beim Verbraucher zu erheblichen Zweifeln an der Sicherheit und Unbedenk-

lichkeit unserer Nahrungsmittel und für die Tierhalter mehrfach zu einem Zusammenbruch der Märkte für Rind- und Schweinefleisch geführt. Durch Nitrofen sind auch die ökologischen Verfahrensweisen in eine Vertrauenskrise geraten.

Als Konsequenz aus diesen Erfahrungen sind die Aktivitäten zum Auf- und Ausbau von Qualitätssicherungssystemen deutlich intensiviert worden. Diese haben das übergeordnete Ziel, verloren gegangenes Verbrauchervertrauen auf breiter Basis zurückzugewinnen.

Qualitätssicherungssysteme (QS-Systeme) werden sowohl unternehmensspezifisch in Form von Qualitätsprogrammen und/oder produktionsstufenübergreifend durch die Vergabe des neuen Prüfzeichens der QS-GmbH für konventionell erzeugte Produkte umgesetzt.

Die Akzeptanz dieser Maßnahmen bei den Beteiligten und die Bedeutung im Markt werden davon bestimmt, wie die Verbraucher auf diese Aktivitäten reagieren. Die Akzeptanz bei den Landwirten und den beteiligten Unternehmen wird davon abhängen, welche neuen Anforderungen und mit welchem Aufwand diese in der Praxis umzusetzen sind. Für die Landwirtschaft ist die Beratung in besonderem Maße gefordert. Ob die Verbraucher bereit sind, den Mehraufwand an der Ladentheke angemessen zu honorieren, bleibt abzuwarten. Ebenso offen ist, inwieweit sich die Maßnahmen auf die Erlösgestaltung bei den landwirtschaftlichen Produkten auswirken und wie damit zukünftig Krisensituationen bewältigt werden können.

Anforderungen des Marktes

Im zukünftigen Markt wird jede Produktionsstufe die Einhaltung der gemeinsam abgestimmten Qualitätsanforderungen durch prozessbegleitende Dokumentations- und Kontrollsysteme nachweisen müssen. Dieses System basiert auf stufenbezogener Eigenverantwortlichkeit. Jeder Beteiligte muss nachweisen, dass er die in seinem Verantwortungsbereich liegenden qualitätssichernden Maßnahmen durchgeführt hat. Damit werden Transparenz und Sicherheit innerhalb jeder Stufe und damit in der gesamten Erzeugungskette bis zum Verbraucher umgesetzt. Qualitätssichernde Dokumentation bedeutet allerdings nicht, dass die zahlreichen fachlichen Details und Spezifikationen über alle Stufen weitergegeben und öffentlich gemacht werden müssen. Den Verbraucher wird es beispielsweise im Detail kaum interessieren, welche tierärztlichen Diagnosen, Therapien, Wirkstoffe und Arzneimittelbegriffe im Bestandsbuch einzutragen sind. Vielmehr gilt auch bezüglich des Informationsmanagements das Prinzip der Eigenverantwortung. An der Ladentheke muss glaubhaft ankommen, dass die Produktqualität in Ordnung ist und dass die Produktionsabläufe abgesichert sind. Dieser strategische Ansatz ist die Basis des Prüfzeichens für konventionell erzeugte Lebensmittel der Qualität und Sicherheit (QS)-GmbH in Bonn.

Die Fülle von Daten und Informationen kann nur unter Nutzung moderner Kommunikationstechniken praktikabel bearbeitet werden. Ziel muss es sein, dass unter Beachtung von Datenschutzaspekten jeder Beteiligte Einblick in die qualitätsrelevanten Daten des Produktes und dessen Erzeugungsprozess haben muss. Hier bieten zentrale Datenbanksysteme und das Internet geeignete Techniken und Medien.

Stufenübergreifende Informationssysteme setzen voraus, dass die einzelnen Prozessstufen aufeinander abgestimmte Kennzeichnungs- und Identifizierungssysteme benutzen (Abb. 1). Bisher sind aber z. B. die vorhandenen Nummernkreise in den verschiedenen Stufen der Schlachtvieherzeugung nur wenig kompatibel. Dies beginnt bei der

Identifizierung der Betriebe. In der Landwirtschaft haben die Vieh haltenden Betriebe eine gesetzlich vorgeschriebene zwölfstellige Betriebsnummer. Beim Ferkelerzeuger erhalten die abgesetzten und an den Mastbetrieb abgegebenen Ferkel diese Nummer als Ohrmarkenkennzeichnung. Die schlachtreifen Schweine werden am Mastende künftig mit den letzten 7 Ziffern der Mastbetriebsnummer in Verbindung mit dem Kfz-Kennzeichen des Kreises per Schlagstempel markiert. Im Schlachtprozess bekommen sie darüber hinaus eine laufende Schlachtnummer. Diese i.d.R. wöchentlich wiederkehrende Schlachtnummer hat im Zerlegeprozess des Schlachthofes häufig keine Relevanz mehr. An diesem Beispiel wird deutlich, dass das Prinzip der qualitätssichernden Rückverfolgbarkeit über die gesamte Erzeugungskette mit der beschriebenen Nummernsystematik kaum darstellbar ist. Auch die gesetzlich vorgeschriebene „Schweinedatenbank“ wird wohl dem hohen Anspruch der stufenübergreifenden Rückverfolgbarkeit kaum gerecht werden.

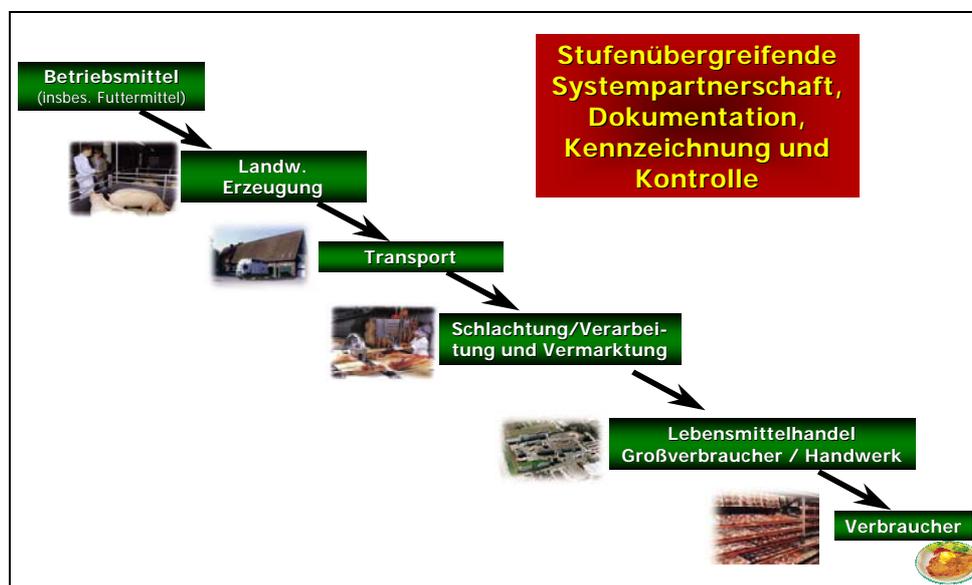


Abb. 1: Qualität und Sicherheit – Strategischer Ansatz (Quality and Certainty – strategic view)

In der Rindfleischerzeugung existiert auf der Stufe der Landwirtschaft eine Datenbank gestützte Einzeltierkennzeichnung über das HIT-System in München. In der weiteren Verarbeitung der Rinderschlachtkörper ist eine einzeltierbezogene Rückverfolgbarkeit der Teilstücke grundsätzlich möglich, sofern die Zerlegung an Einzelplätzen organisiert ist und sofern die verschiedenen Nummernkreise zwischen Landwirtschaft, Schlachtung und Zerlegung edv-technisch verknüpft werden.

Bei Schlachtschweinen scheint dies kaum praktikabel und wird wohl im Markt auch nicht gefordert. Hier ist gegebenenfalls eine chargenbezogene Rückverfolgbarkeit umsetzbar. In Abhängigkeit von der Definition der Charge stellt auch dieses Verfahren hohe Anforderungen an die Ablauforganisation und an die Kennzeichnungsverfahren im Schlacht-, Zerlege- und Verarbeitungsbereich.

Qualität und Sicherheit GmbH – Strategien und Inhalte

Im Oktober 2001 haben die Verbände der Landwirtschaft, der Futtermittelwirtschaft, der Schlacht- und Zerlegebetriebe, der Verarbeitungsstufe und des Lebensmitteleinzelhandels (LEH) beschlossen, ein stufenübergreifendes System zu schaffen und ge-

meinsam mit der CMA ein Prüfzeichen für konventionell erzeugte Lebensmittel, beginnend für Rind- und Schweinefleisch, zu vergeben. Die QS-GmbH ist damit eine Gesellschaft, die von den Marktbeteiligten getragen wird. Die fachlichen Arbeiten werden von produktspezifischen Fachbeiräten für die Gesellschafterversammlung als Beschlussgremium vorbereitet. Jeder Gesellschafter hat das gleiche Stimmrecht. Die CMA hat als nicht im Markt tätiger Gesellschafter beratende Funktion. Darüber hinaus ist ein beratendes Kuratorium mit Vertretern aus verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen eingerichtet. Ein Sanktionsbeirat soll in Streitfällen schlichten und Verstöße gegen die QS-Charta ahnden. Die Charta enthält in 55 Punkten die Anforderungen für alle an der Produktion beteiligten Stufen, beginnend mit der Futtermittelwirtschaft über die Landwirtschaft, den Tiertransport, die Schlachtung und Zerlegung, die Fleischverarbeitung bis zum Einzelhandel (Abb. 2). Weitere Informationen über die QS-GmbH sind unter www.q-s.info abrufbar.

Stufe	Nr.	Inhalte
Futtermittel	1.	Festlegung kritischer Kontrollpunkte und neutrale Kontrolle
	2.	Offene Deklaration aller verwendeten Einzelfuttermittel u. Zusatzstoffe
	3.	Positivliste
Landwirtschaft	4.	Betreuung der Betriebe durch Vertragstierärzte
	5.	Verzicht auf antibiotische Leistungsförderer (zunächst in der Mast)
	6.	Salmonellenmonitoring in Verbindung mit den Schlachtbetrieben
Schlachtung / Zerlegung	7.	Befunddaten und Rückmeldung an den Erzeuger (Standardisiert)
	8.	Regelmäßige externe Hygieneaudits
	9.	Nachvollziehbarer Warenfluss und Herkunftssicherung
Fleischwaren-industrie	10.	Offenlegung aller Rezepturbestandteile gegenüber akkreditierter Kontrollstelle
	11.	Verzicht auf Separatorenfleisch für in D in Verkehr gebrachte Erzeugnisse
	12.	Kennzeichnung der Produkte über gesetzl. Anforderungen, Auflistung aller Zutaten
LEH	13.	Maßnahmen zur Einhaltung der Kühltette, gesichertes Eigenkontrollsystem
	14.	Chargenweise Rückverfolgbarkeit
	15.	Förderung der Qualität und Sicherheit - Produkte

Abb. 2: Charta der QS-GmbH, Anforderungen an die Produktionsstufen (Auszug) (Basics of the QS-System, Demands for each level of production (Abstract))

Für die Stufe Landwirtschaft hat die QS-GmbH inzwischen Qualitätskriterien für die Erzeugung von Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch in verschiedenen Bereichen festgelegt. Für die Schlachtschweineerzeugung sind beispielsweise acht Bereiche produktionsbegleitend zu dokumentieren und durch die Überwachungssysteme zu kontrollieren:

1. Herkunft der Tiere
2. Futtermittel
3. Tiergesundheit / Arzneimittel
4. Haltungs-Hygiene
5. Tierschutz
6. Umwelt
7. Salmonellenmonitoring
8. Schlachtbefunddaten (nur für Schlachtschweine)

Die Anforderungen sind als Basisqualität zu interpretieren und enthalten im Wesentlichen die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben, darüber hinaus aber einige weitgehend

vom Markt gestellte Forderungen an die Qualität und/oder an den Produktionsablauf, z.B. Verzicht auf antibiotisch wirksame Leistungsförderer in der Mast und ab 2004 auch in der Ferkelaufzucht sowie ein schriftlicher tierärztlicher Betreuungsvertrag. Die beteiligten Wirtschaftskreise können zusätzliche Anforderungen vereinbaren. Aus den Erfahrungen renommierter Markenhersteller im Lebensmittelsektor ist abzuleiten, dass durch die alleinige Auslobung mit einem QS-Prüfzeichen die Chancen beim Verbraucher noch nicht ausreichend genutzt werden. Vielmehr sollten einzelne Vermarktungsgruppen versuchen, die durch QS abgesicherte Basisqualität in Wort und Bild durch Vergabe einprägsamer Eigenmarken zu ergänzen. Dieses Vorgehen scheint in dem wachsenden Marktsegment der SB-Ware besonders Erfolg versprechend, da die Etiketten Raum für die zu vermittelnden Produkt- und Prozessinformationen bieten.

Für Schweinemäster ist der jeweilige Anforderungskatalog inzwischen weitgehend fertiggestellt. Beispielhaft ist in Abbildung 3 das Kriterium Futtermittel mit den entsprechenden Forderungen und der notwendigen Dokumentation beschrieben. Lieferscheine mit Angabe der Futtermittelkomponenten sowie Mischprotokolle bei Eigenmischern und Checklisten zur Eigenkontrolle sind als Nachweisdokumente genannt. Hervorzuheben sind die geforderte (halb)-offene Deklaration der Futtermittelgemengteile in zugekauften Mischfuttermitteln, die Beachtung der inzwischen vorliegenden Positivliste sowie der Verzicht auf den Einsatz antibiotisch wirksamer Leistungsförderer in der Mast.

Kriterium: Futtermittel (Landwirtschaft)	
Forderung	Dokumentation
Dokumentation des Zukaufs von Mischfutter sowie der Einzelkomponenten. Einkauf von Mischfutter nur bei nach gültigem Futtermittelgesetz registrierten und anerkannten Lieferanten und Herstellern	Lieferschein Futtermitteleinkauf
Offene Deklaration der Komponenten nach Anteilen absteigend	Lieferschein Futtermitteleinkauf
Dokumentation der Gemengteile bei Eigenmischern	Mischprotokoll
Gmengteile nach Positivliste bzw. QS-Charta	Lieferschein Futtermitteleinkauf
Verzicht auf antibiotische Leistungsförderer in der Mast	Lieferschein Futtermitteleinkauf
Stichprobenkontrolle auf Einhaltung futtermittelrechtlicher Vorschriften	Analysenprotokolle
Dokumentation der hygienisch einwandfreien Lagerung der Futtermittel sowie der Hygiene der Fütterungstechnik	Checkliste Eigenkontrolle

Abb. 3: Dokumentation in der Landwirtschaft für das QS-Prüfzeichen, Beispiel Futtermittel (Documentation for Agriculture in the QS-System, Example: Animal Feed)

Als Arbeitshilfe haben die regionalen Beratungsträger Sammlungen von Mustern und Formularen vorbereitet, in denen Vorschläge zur Umsetzung der Dokumentationspflicht enthalten sind. Eine umfangreiche Checkliste zur Überprüfung der Regelungen der Schweinehaltungshygieneverordnung im eigenen Betrieb ist ebenfalls als Arbeitshilfe verfügbar.

Auf der organisatorischen Seite sind bei Umsetzung des QS-Prüfzeichens die Funktionen des Systemträgers, des Systemnehmers, gegebenenfalls die des Systemberaters und der Systemteilnehmer zu besetzen (Abb. 4). Das QS-Zeichen wird über die CMA vergeben. Die QS-GmbH vereinbart vertragliche Regelungen mit regionalen System-

nehmern/Bünlern. Für Schweinemäster kommen dafür z.B. Erzeugerzusammenschlüsse oder Schlachtbetriebe in Frage. Als Systemberater bieten sich beispielsweise die regionalen Beratungsorganisationen, wie z. B. die Landwirtschaftskammern oder Erzeugergemeinschaften bzw. Erzeugerringe an. Zwischen Systemnehmer und landwirtschaftlichen Teilnehmern sind ebenfalls vertragliche Regelungen über Rechte und Pflichten zu treffen.

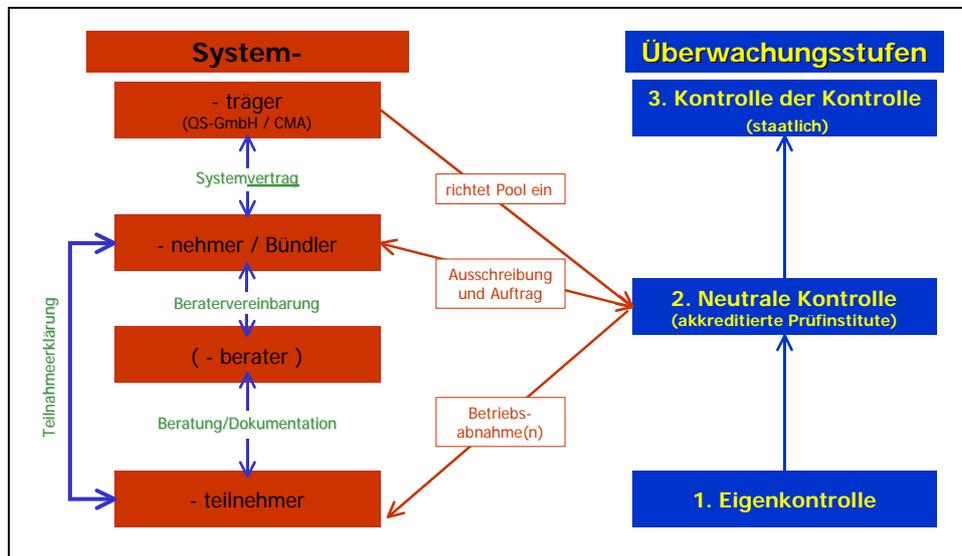


Abb. 4: Organisations- und Überwachungsstruktur im Rahmen von QS (Organisation- and Control structure in the QS-System)

Die QS-GmbH meldete im Dezember 2002, dass von 83 landwirtschaftlichen Bündlern inzwischen 43 Systemverträge mit der QS-GmbH abgeschlossen haben (QS-Informationenbriefe, 2002). Dahinter sollen schätzungsweise 30.000 landwirtschaftliche Betriebe stehen. In Westfalen wirtschafteten zu Beginn des Jahres 2003 etwa 5.000 landwirtschaftliche Betriebe mit einer Tierzahl von rund 4,5 Mio. Schweinen unter den Bedingungen von QS. Dies bedeutet ein Marktvolumen von etwa 40 % in dieser Region (BUDDE, 2003). Allein der Bündler QPNW (Qualitäts- und Produktionssicherung Nord-West GmbH Osnabrück) vertrat zu Beginn des Jahres 2003 rund 2.800 Vieh haltende Betriebe gegenüber QS mit dem Schwerpunkt Schweine (SCHWAER, 2003). Der Bündler Westfleisch hatte zum Jahreswechsel insgesamt 2 Mio. Schlachtschweine und knapp 100.000 Schlachtrinder nach QS-Kriterien unter Vertrag (Westfleisch-Info, 2002). Für den Bereich Schlachtung und Futtermittelwirtschaft soll der Marktanteil unter QS-Bedingungen sogar über 80 % betragen (NIENHOFF, 2003). QS meldete im Dezember 2002, dass von 200 Schlacht- und Zerlegeunternehmen an insgesamt 276 Standorten 91 Systemverträge abgeschlossen wurden. 195 Futtermittelunternehmen an 282 Standorten hatten 79 Systemverträge abgeschlossen.

Dieses Volumen wird von den berufsständigen Vertretern als großer Erfolg gewertet. Trotzdem gilt es, das Angebot weiter zu erhöhen, um den nachfolgenden Stufen ein möglichst flächendeckendes und zeitlich uneingeschränktes Potenzial zu offerieren.

Überwachungs- und Kontrollsystem

Die Überwachungsstruktur ist dreistufig und berücksichtigt auch den Schwerpunkt der Eigenverantwortung. Den wichtigsten Teil übernehmen die Landwirte selbst (Abb. 4).

Der eigenverantwortlich zu erledigende Betriebscheck sollte am besten in Zusammenarbeit mit der Beratung in regelmäßigen Abständen (mind. jährlich) durchgeführt werden. Dabei geht es neben der reinen Eigenkontrolle im Sinne von QS auch um das systematische Durchleuchten der Betriebszweige nach möglichen Schwachstellen. Interne Betriebsabnahmen helfen bei der Umsetzung der Maßnahmen und bereiten die externen Kontrollen durch neutrale und nach DIN ISO 45011 akkreditierte Institutionen in der zweiten Stufe der Überwachungsstruktur vor. Beim Einstieg in das System ist jeder Betrieb in Augenschein zu nehmen. In den Folgejahren wird stichprobenweise auditiert. Die Stichprobendichte hängt dabei von einer Risikoabschätzung ab. D. h., je besser das Regelwerk eingehalten wird, desto weniger muss neutral kontrolliert werden und umgekehrt. Mit einer von QS zusammengestellten Checkliste für die neutrale Kontrolle mit speziell gewichteten Einzelbereichen werden die Teilnehmer in eine Qualitätsstandardklasse eingestuft (Abb. 5).

Lfd. Nr.	Kriterium	Beurteilung*	A	B	C	D	Mängelbericht (Nr.)	
4	Tiergesundheit/ Arzneimittel	8	Betreuungsvertrag Hoftierarzt				K. O.	
		9	Aufzeichnungen über Bezug und Verbleib der Arzneimittel (Bestandsbuch/Arzneimittelabgabebelege) Medikamentenlagerung				K. O.	
		10	Identifikation der behandelten Tiere					
5	Tierschutz Haltung	11	Einhaltung der gesetzlichen Tierschutzvorschriften: - behebbarer Mängel					
		11	Einhaltung der gesetzlichen Tierschutzvorschriften: - Verstöße				K. O.	
		12	Einhaltung der Bestandesdichte					
		13	Stallklima					
		14	Beleuchtung					
		15	Stalleinrichtung					
		16	Technische Einrichtungen					

- *: A: keine bzw. geringfügige Abweichungen 100 Punkte
 B: leichte, aber noch akzeptable Abweichungen 85 Punkte
 C: Mängel mit korrigierbaren Abweichungen 70 Punkte
 D: nicht akzeptabler Mangel, im Einzelfall k.o-Kriterium 0 Punkte bzw. Ausschluss
 Grau hinterlegte Felder: Bewertung nicht erlaubt

Abb. 5.: Prüfliste der neutralen Kontrollen „tierische Produktion“ (Auszug), Stand März 2003 (Checklist „Animal Production“ (Abstract; March 2003))

Diese Vorgehensweise stellt eine besondere Herausforderung an Beratung und Praxis. Gut beratene Betriebe, die die Empfehlungen konsequent umsetzen, erzielen eine günstige Einstufung, daraus resultierend eine niedrigere Kontrollhäufigkeit und damit eine direkte Kostensenkung für den teilnehmenden Schweinemäster.

Aus den insgesamt z. Zt. 27 Einzelfragen wird eine mittlere Punktzahl ermittelt. Sie dient zur Einstufung in die Risiko- bzw. Qualitätsstandardklasse. Betriebe ab 90 Punkte kommen in die Klasse I. Die Gruppe der I-er-Betriebe wird in den Folgejahren mit einer Prüfdichte von 33 %, d. h. im Mittel im 3-jährigen Rhythmus auditiert. Betriebe mit 80 bis 89 Punkten sind in der Klasse II und in den Folgejahren mit einer

Prüfdichte von 50 %, d. h. im Mittel alle zwei Jahre zu auditieren. Betriebe mit 70 bis 79 Punkten sind in Klasse III und werden jährlich durch die neutrale Kontrolle in Augenschein genommen. Für die Stichprobenziehung gilt in jedem Fall das Zufallsprinzip. Betriebe mit weniger als 70 Punkten können ohne Nachbesserungen das QS-Prüfzeichen für eine qualitätsgesicherte Produktion nicht erhalten.

Zur Durchführung der neutralen Kontrollen ist von QS ein Pool mit 35 akkreditierten Institutionen eingerichtet worden, in dem sich die regionalen Bündler „bedienen“ können (Stand Dez. 2002) (QS-Informationsbriefe, 2002). Zwischen diesen Institutionen hat sich inzwischen ein für die Landwirtschaft begrüßenswerter Wettbewerb hinsichtlich Leistungsangebot und Kosten entwickelt.

In der dritten Stufe ist eine Überwachungsfunktion vorgesehen, die eventuell in staatliche Zuständigkeit fallen könnte. Für diese Art „Supervisor“ sind die Details noch zu erarbeiten.

Im Rahmen der Betriebsabnahmen werden in Betrieben, die selbst erzeugtes Getreide einsetzen bzw. Futtermittel zukaufen, die das QS-Zeichen nicht tragen, Futterproben gezogen. Diese werden nach einem Stichprobensystem auf besonders relevante Parameter untersucht (z. B. antibiotische Leistungsförderer, Mykotoxine, Schwermetalle, Dioxine, Salmonellen etc.).

Erste Erfahrungen mit den neutralen Betriebsabnahmen

Landwirte müssen sich an die Situation einer Betriebsabnahme durch einen neutralen Dritten gewöhnen. Gut geführte Betriebe, die darüber hinaus von der Beratung auf das Audit vorbereitet worden sind, erreichen in der Regel die QS-Standardklasse I. Verbesserungsbedürftig sind häufig die innerbetrieblich anzufertigenden Dokumentationen über die durchgeführten Maßnahmen, z.B. im Rahmen der Schlachtkörperbefundung oder der sonstigen Verbesserungsmaßnahmen. Auch die mindestens einmal jährlich zu erstellenden schriftlichen Dokumente über die Eigenkontrolle lagen am Anfang nicht in ausreichendem Umfang vor. Ebenso muss das Ablageregister für die QS-relevanten Dokumente in zahlreichen Fällen noch verbessert werden.

Seit 1. Juli 2002 ist die Teilnahme an einem Salmonellenmonitoring zwingend vorgeschrieben. Hier zeichnet sich ab, dass einige Teilnehmer noch organisatorische Vorkehrungen hinsichtlich des Probenmanagements treffen müssen. Die erste Einstufung in eine der vorgesehenen Prävalenzklassen erfolgt erst nach einem weiteren Jahr. Die Verunsicherung zum Thema Salmonellenmonitoring ist im Dezember 2002 durch die Vorlage eines im Vergleich zu früheren Papieren stark modifizierten Verordnungsentwurfes nicht vermindert worden. Hier ist die Forderung nach einem abgestimmten Verfahren zwischen dem Verordnungsgeber und der Wirtschaft zu verdeutlichen.

Die Dokumentation der Lieferscheine für Futtermittel und zugekaufte Ferkel wird von den meisten Betrieben nahezu lückenlos umgesetzt. Dies gilt generell auch für die Dokumentation des Arzneimitteleinsatzes im Bestandsbuch, welches seit September 2001 per Verordnung vorgeschrieben ist.

Seit Mitte Juni 2002 ist auch die Schweinehaltungshygieneverordnung in allen Teilen in Kraft, d.h. die Übergangsfristen sind abgelaufen. Hier gibt es z.T. unterschiedliche Auslegungen zwischen den örtlich zuständigen Veterinärbehörden und damit auch zwischen den für die QS-Betriebsabnahmen zuständigen Auditoren. Dies gilt z.B. für die Definition des Begriffs „Einfriedung“.

Insgesamt gilt die Forderung, dass die Beantwortung und die Einstufung der in der Prüfliste formulierten Fragenkomplexe künftig noch besser harmonisiert werden müssen und damit weniger dem Ermessensspielraum der Auditoren unterworfen werden dürfen. Von Seiten der QS-GmbH Bonn gibt es inzwischen Arbeitsanweisungen zur Vereinheitlichung der Kontrollen. Dabei sind die Erfahrungen der fachlich zuständigen Auditoren aus der Praxis einbezogen worden. Für das System insgesamt ist es zwingend, eine bundeseinheitliche Vorgehensweise sicherzustellen.

In Westfalen und in Niedersachsen haben sich zwischenzeitlich organisatorische Strukturen entwickelt, um für die nordwestdeutsche Veredlungsregion die Funktion der Prüfzeichennehmerschaft, d.h. des Bündlers zu besetzen. Niedersächsische und westfälische Organisationen haben mit der Qualitäts- und Produktionssicherung GmbH Nord-West in Osnabrück (QPNW) eine Gesellschaft als QS-Bündler gegründet (Abb. 6). Die westfälische InfoSYS Tierdaten Service GmbH betreibt in Kooperation mit QPNW die Bündlerdatenbank. Die Datenbank verfolgt neben der Dienstleistung für QS die Zielsetzung, durch systematischen Informationsfluss zwischen Schlacht- und Erzeugerstufe die Produktionsbedingungen und damit die Wirtschaftlichkeit der Schweinehalter zu optimieren. Weitere Informationen über das Dienstleistungsangebot, insbesondere über die Kosten für teilnehmende Landwirte, die Möglichkeiten für Systemberater etc. sind unter www.gpnw.de abrufbar.

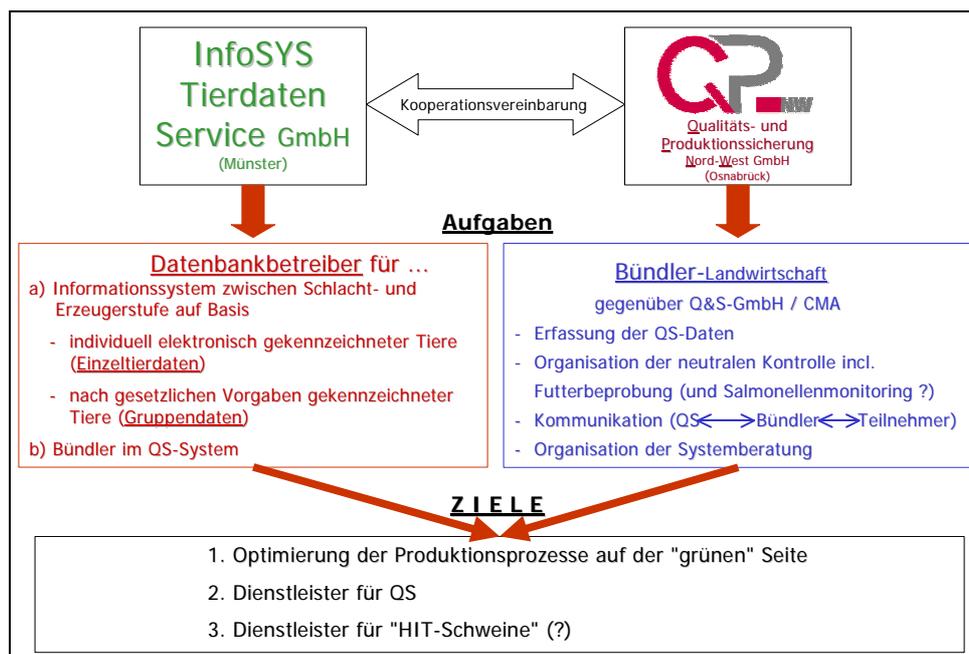


Abb. 6: InfoSYS- und QPNW-GmbH (Agriculture organisations: INFOSYS (Agriculture Database operating agency) QPNW (Agriculture Organisation to organize farm audits))

Die Beratung übernimmt im QS-System zunächst die Aufgabe, die landwirtschaftlichen Betriebe bei der Umsetzung der Anforderungen, bei der Dokumentation und bei der Eigenkontrolle zu unterstützen und sie auf die neutrale Kontrolle vorzubereiten. Aus dem Informationssystem kann die Beratung darüber hinaus wertvolle Hinweise zur Verbesserung der Produktionsverhältnisse ziehen und damit zum Betriebserfolg beitragen. An zahlreichen Beispielen kann aufgezeigt werden, dass mit einem edv-gestützten Rückmeldesystem von Schlachtkörperbefunddaten nicht nur die Anforderungen von QS erfüllt werden. Darüber hinaus werden Schwachstellen und damit Opti-

mierungsmöglichkeiten im Betrieb aufgezeigt. WELP (1996) sowie KRIETER und MEYER (2002) haben kalkuliert, dass Schlachtschweine, die im Verlauf der Mast eine Erkrankung der Atmungsorgane durchmachen mussten, Leistungsnachteile von über 4 €pro Tier hatten. Hier ist die Beratung gefordert, die anfallenden Daten für eine problemorientierte Betriebsberatung zu nutzen.

Ausblick

Der eingeschlagene Weg, stufenübergreifende Qualitätssicherungskonzepte durch Dokumentation und Kontrolle zu etablieren, ist eine Herausforderung für die Praxis. Dazu gibt es im künftigen Markt keine Alternative. Datenbank gestützte Informationssysteme sind als Instrument in der Umsetzung unverzichtbar. Transparenz für die Kunden und Nutzung zur Optimierung der innerbetrieblichen Abläufe müssen bei der Kosten-Nutzen-Bewertung berücksichtigt werden.

Das QS-System wird auf weitere Lebensmittel, wie z. B. Gemüse, Obst, Kartoffeln, Milch und Milchprodukte ausgedehnt werden.

Stufenbezogene Eigenverantwortlichkeit ist ein geeignetes Instrument in der Umsetzung der neuen Ziele. Die QS-Initiative basiert darauf, dass jeder Beteiligte für die Einhaltung, Dokumentation und Kontrolle in seinem Zuständigkeitsbereich verantwortlich ist. Da gleichzeitig alle Stufen von der Erzeugung bis zum Endverbraucher beteiligt sind, können die Schwachstellen in Krisensituationen schnell identifiziert und eingegrenzt werden. Gegenseitige Schuldzuweisungen, wie z. B. in der BSE-Problematik, sollten damit der Vergangenheit angehören.

Die Vorgehensweise der neutralen Kontrolle in Abhängigkeit von der Risikoabschätzung ist nicht zuletzt aus Kostengründen eine Herausforderung für die Beratung und die Praxis. Die über einen Bündler/Prüfzeichennehmer gegenüber der QS-GmbH vertretenen landwirtschaftlichen Betriebe werden in Abhängigkeit von der Erfüllung des Kriterienkataloges in sogenannte Qualitätsstandardklassen eingestuft. Die Beratung ist gefordert, die teilnehmenden Betriebe auf diese Einstufung vorzubereiten. Betriebsgruppen, die die Prüfkriterien zu einem hohen Prozentsatz einhalten, haben Kostenvorteile bei der neutralen Kontrolle. Betriebe mit einem höheren Nachholbedarf, entsprechend ungünstigerer Einstufung, werden häufiger überwacht.

Bei der Formulierung der Anforderungskataloge hat es sich bewährt, die Wünsche des Marktes über die Marktbeteiligten zu formulieren. In den Fachgremien der QS-GmbH sind ausschließlich direkt am Markt beteiligte Unternehmensgruppen beteiligt. Interessensverbände und auch die Politik stehen über ein Kuratorium beratend zur Seite. Ein neutrales Gremium entscheidet in Streitfällen und verhängt gegebenenfalls Sanktionsmaßnahmen.

Für den Bereich der Rind- und Schweinefleisch- sowie der Geflügelfleischerzeugung sind die Anforderungen beschlossen. Da es sich um ein flexibles System handelt, ist eine ständige Anpassung der Kriterien an die Anforderungen des Marktes zu erwarten. Der Staat sollte sich auf die „Kontrolle der Kontrolle“, d. h. auf die Überwachung der Systemfunktionen beschränken.

Einzelne Schlachtbetriebe in Nordwestdeutschland haben inzwischen eine Erlösdifferenzierung für Schlachtschweine eingeleitet. QS-Schweine erhalten danach einen Zuschlag in Höhe von 0,01 €/kg Schlachtgewicht, Nicht-QS-Schweine einen Abschlag in gleicher Höhe. Diese Marktreaktion hat zahlreiche bisher eher abwartende Mäster ver-

anlasst, Kontakt mit einem geeigneten regionalen Bündler aufzunehmen und sich auditieren zu lassen.

Das Prüfzeichen der QS-GmbH sichert eine Basisqualität ab und wird dann eine große Bedeutung im Markt erreichen, wenn es zu einer breiten Anwendung in der Praxis in allen Stufen, d. h. auch im Handel kommen wird. Große Handelsunternehmen wie Wal Mart, Globus, Tegut, Rewe zentral, Kaufland, Kaiser`s Tengermann, Martkauf, Coop Schleswig-Holstein und das Fleischwerk der Edeka-Nord haben inzwischen Verträge mit QS abgeschlossen (BUDDE, 2003). Zum Jahreswechsel hatten aber lediglich Wal Mart und Rewe West QS-Artikel im Sortiment. Andere haben offensichtlich ihre Vorbereitungen, insbesondere die geforderte kontrollierte durchgehende Kühlkette noch nicht abgeschlossen. In der Fleischbranche wird erwartet, dass für das 3. Quartal 2003 der große Durchbruch im Markt erfolgen wird (GIESEN, 2003).

Die CMA hat im QS-System die Aufgabe der Kommunikation und Werbung. Sie ist gefordert, die neue Vorgehensweise im Verbraucherbewusstsein zu verankern. Mit groß angelegten Plakat- und Werbekampagnen ist zu Beginn des Jahres 2003 damit begonnen worden.

Für eine breite Marktbedeutung von QS ist es wichtig, einen inhaltlichen Abgleich und eine gegenseitige Akkreditierung der Qualitätssicherungssysteme in den benachbarten Veredlungszentren Niederlande, Dänemark, Belgien, Frankreich und Spanien herbeizuführen. Die bisher zu beobachtende Zurückhaltung des LEH kann dadurch deutlich abgebaut werden.

Literatur

BUDDE, F.-J.:

Die Realität holt uns ein, Landw. Wochenblatt, Seite 15, 3/2003

GIESEN, H.:

Persönliche Mitteilung, 2003

NIENHOFF, H.-J.:

Vortrag anlässlich des 23. Internationalen Forums Agrarpolitik im Rahmen der Grünen Woche Berlin am 23.1.2002, 2003

QS-Qualität und Sicherheit GmbH:

Informationsbrief Nr. 8, Seite 1, 2002

SCHWAER, P.:

Persönliche Mitteilung, 2003

WELP, C. (1996) zitiert bei KRIETER, J.; MEYER, CH.:

Qualitätskontrolle in integrierten Produktionssystemen beim Schwein, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig Holstein, Nr. 560/561, Seite 69, 2002

WESTFLEISCH:

Info für Landwirte, Ausgabe Dezember 2002

Anschrift des Verfassers

Dr. FRIEDHELM ADAM

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe

Referat Tierische Erzeugung

Tiergesundheitsdienste

Nevinghoff 40

D-48147 Münster / Westfalen

HANS SCHÖN, BERNHARD HAIDN und GEORG WENDL

Technische Innovationen in der Nutztierhaltung zur Verbesserung des Tier- und Verbraucherschutzes

Summary

Title of the paper: **Technical innovations in livestock farming to improve protection of animals and consumers**

Microelectronics and information technology are providing new approaches for developing a “sustainable” livestock management by “natural” housing conditions and a computer-aided quality securing simultaneously to increase the labour output ratio and reduce building investments.

Central points in the use of computer-aided systems are better care and monitoring of the individual animal as well as an automation of (routine) workflows (Precision Livestock Farming). Key technology for Precision Livestock Farming is electronic animal identification. While computer-aided feeding systems are already widespread used, sensor-aided animal and quality monitoring will strongly gain importance. Decisive changes in dairy farming are expected by automatic milking systems. Computer-aided and automatic systems allow to keep the animals in adequate group housing systems with intense care of individual animals as well as a consequent adaptation of housing conditions to demands of the animals (natural housing systems)

Key Words: Precision Livestock Farming, electronic animal identification, monitoring, computer-aided quality management

Zusammenfassung

Mikroelektronik und Informationstechnologie bieten neue Ansätze zur Entwicklung einer „nachhaltigen“ Nutztierhaltung durch „naturnahe“ Haltungsbedingungen und einer rechnergestützten Qualitätssicherung bei gleichzeitiger Steigerung der Arbeitsproduktivität und Minderung der Gebäudeinvestitionen.

Kernpunkt der Anwendung von rechnergestützten Verfahren ist eine auf das Einzeltier bezogene Versorgung und Überwachung, sowie eine Automatisierung von Arbeitsabläufen (Precision Livestock Farming). Schlüsseltechnologie dafür ist die elektronische Tieridentifikation. Während rechnergestützte Fütterungsverfahren schon vielfach eingesetzt werden, wird die sensorgestützte Tier- und Qualitätsüberwachung stark an Bedeutung gewinnen. Entscheidende Veränderungen werden in der Milchviehhaltung von automatischen Melksystemen erwartet. Rechnergestützte und automatische Verfahren ermöglichen bei allen Tierarten eine artgerechtere Gruppenhaltung bei gleichzeitiger intensiver Einzeltierbetreuung sowie eine konsequente Anpassung der Haltungsbedingungen an die Ansprüche der Tiere (naturnahe Haltungsverfahren).

Schlüsselwörter: Rechnergestützte Verfahren, Tieridentifikation, Tierüberwachung, automatisches Melken

Einleitung

Nachhaltige Verfahren der Tierhaltung als Ziel künftiger Verfahrenslösungen

Die gesellschaftspolitischen Anforderungen an die Tierhaltung wurden und werden von wechselnden Schwerpunkten bestimmt. War in der Nachkriegszeit die Sicherung der Ernährung oberstes Ziel, so bestimmten in der 2. Hälfte des vergangenen Jahrhunderts die Rationalisierung, der Strukturwandel sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit die Agrarpolitik. Derzeit prägen Umwelanforderungen, Tierschutz und Nahrungssicherheit die öffentliche Diskussion um die Tierhaltung.

Wurde bis in die 80iger Jahre die Agrarpolitik von der Erzeugerseite bestimmt, ist es seit den 90iger Jahren der Verbraucher, der zunehmend die Ziele der Agrar- und Umweltpolitik bestimmt (Agrarwende). Dabei bestand und besteht die Gefahr, dass der jeweilige aktuelle Schwerpunkt zum alleinigen Ziel der Landnutzung und Tierhaltung erklärt wird. Vielmehr wird es auch in Zukunft erforderlich sein, hohe Tierleistungen zur Sicherung der Welternährung, internationale Wettbewerbsfähigkeit und letztlich auch die weitere Nutzung des biologisch-technischen Fortschrittes in die Verfahren der Tierhaltung zu integrieren, ohne die Ziele des Umwelt-, Tier- und Verbraucherschutzes zu vernachlässigen. Dafür sind nachhaltige Systeme der Tierhaltung zu entwickeln, bei denen die ökologische Tragfähigkeit, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die soziokulturelle Akzeptanz gleichrangige Ziele sind (SCHÖN, 2002) (Abb. 1).

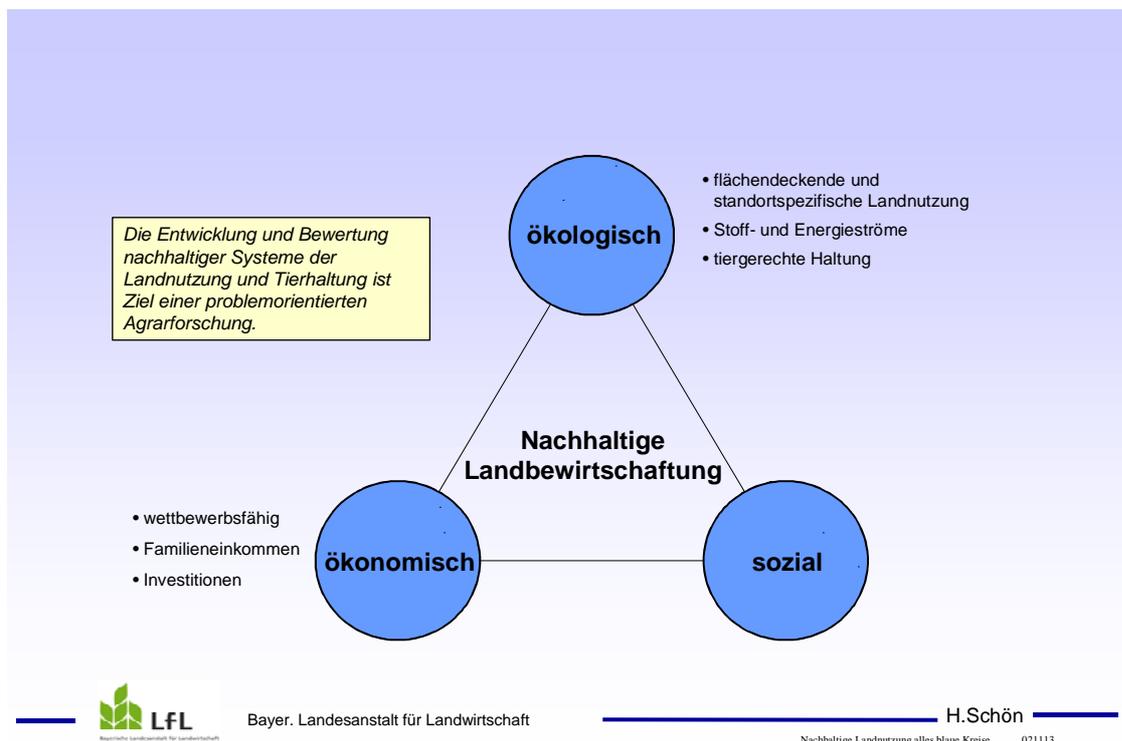


Abb. 1: Anforderungen an eine nachhaltige Landnutzung (Requirements for sustainable farming)

Precision Livestock Farming als Strategie

Precision Farming steht derzeit bei Wissenschaft, Industrie, Beratung und Praxis im Mittelpunkt des Interesses zur Entwicklung nachhaltiger Systeme des Acker- und Pflanzenbaues. Durch die Satellitenortung ist hier eine teilspezifische Bestandsführung auf der Grundlage differenzierter Boden- und Ertragsdaten möglich, ohne auf die technologischen Vorteile einer Großflächenbewirtschaftung zu verzichten (AUERNHAMMER, 2001). Die Grundidee, Umwelt- und Produktionsdaten exakt und differenziert zu erfassen und danach den Produktionsprozess zu steuern, gilt nicht nur für den Pflanzenbau, sondern auch für die Tierhaltung. Analog bezieht sich Precision Livestock Farming auf eine einzeltierbezogene Datenerfassung, Tierüberwachung, Fütterung und Herdenführung, sowie auf das Melken bei Milchtieren (SCHÖN et al., 2001) (Abb. 2). Insbesondere die Einzeltieridentifizierung und Futterabrufautomaten werden in der Tierhaltung schon seit den 70iger Jahren eingesetzt, um Tiere mit Futter individuell nach bestimmten Vorgaben zu versorgen und den Verzehr und die Leistung

zu überwachen. Auch das automatische Melken konnte in kurzer Zeit zur Marktreife entwickelt werden und wird bereits in 1200 Milchviehbetrieben, meist mittlerer Größe, eingesetzt. In weiteren Schritten geht es darum, die schon vorhandenen rechnergestützten Teilverfahren weiterzuentwickeln und in ein Gesamtsystem zu integrieren, mit dem unter umweltverträglichen und tierfreundlichen Haltungsbedingungen das genetische Leistungspotential des Einzeltieres ausgeschöpft werden kann.

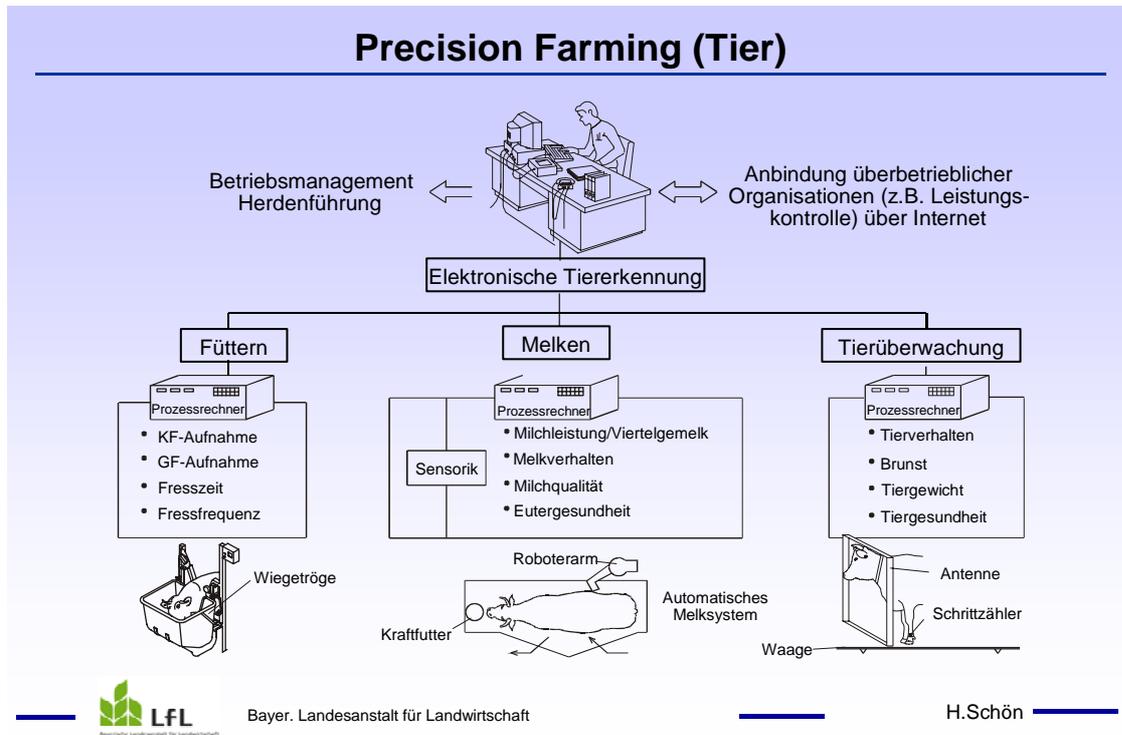


Abb. 2: Rechnergestützte Verfahren in der Tierhaltung (Precision Livestock Farming) am Beispiel der Milchviehhaltung (Computer-aided processes in livestock management (Precision Livestock Farming) – milk production)

Elemente von Precision Livestock Farming - Elektronische Einzeltierkennzeichnung

Schlüsseltechnologie für Precision Livestock Farming ist eine kostengünstige, automatisch lesbare und zur Kontrolle der Tierherkunft möglichst fälschungssichere Einzeltiererkennung. Was für Precision Farming im Ackerbau die Satellitenortung darstellt, ist für Precision Livestock Farming die elektronische Einzeltieridentifikation. Halsbandtransponder werden in der Milchviehhaltung schon seit den 70er Jahren in großem Umfang erfolgreich eingesetzt. Inzwischen sind auch international standardisierte Transponder in Form von elektronischen Ohrmarken, injizierbaren Transpondern und Bolus-Transpondern verfügbar. Seit 1996 etablierte, internationale Standards zur elektronischen Tieridentifizierung (ISO 11 784 und ISO 11 785) legen die Codes für die Tiernummer fest und erlauben es, dass Half-Duplex- und Full-Duplex-Transponder mit einem einheitlichen Leser (Transceiver) ausgelesen werden können. Aufbauend auf den bestehenden ISO-Standards wird derzeit ein neuer Standard für erweiterte Transponder mit zusätzlichem Schreib/Lesespeicher und der Integration von Sensoren (z.B. Temperatur) sowie Authentifikationsverfahren erarbeitet (ARTMANN, 1999).

Elektronische Tiererkennungssysteme sind inzwischen auch als Ohrmarke, als Bolus (nur für Wiederkäuer) und als Injektat verfügbar. Diese neuen Transpondervarianten können nicht nur innerbetrieblich für die Prozesssteuerung, sondern auch außerbetrieblich für eine sichere Einzeltierkennzeichnung verwendet werden (z. B. Herkunftssicherung, Prämienwesen, Seuchenkontrolle).

Rechnergesteuerte Fütterungsverfahren

In vielen Laufstallbetrieben für Milchvieh und Zuchtsauenställen erfolgt derzeit bereits eine individuelle Kraftfutterfütterung über Abrufautomaten, die die abgerufene Kraftfuttermenge und die Fressfrequenz jedes Einzeltieres erfassen und damit beim Herdenmanagement helfen. Bei Schweinen und Schafen haben sie Eingang in die Leistungsprüfung gefunden.

Für eine leistungsbezogene, tierindividuelle Fütterung bei Rindern ist es notwendig, auch die individuelle Gesamtfuttermenge zu erfassen und ggf. zu steuern. Dafür wurden Wiegetröge entwickelt, bei denen die Kühe am Fressgitter elektronisch erkannt und die Futtermenge aus dem Differenzgewicht des Troges bestimmt wird (WENDL et al., 2001). Versuchsergebnisse zeigen große tierindividuelle Unterschiede und starke Schwankungen der Grundfuttermenge. Allerdings ist der hohe technische Aufwand für die tierindividuelle Erfassung der Grundfuttermenge derzeit nur für Versuchsbetriebe zu rechtfertigen. Dennoch sollte in Zukunft auch für die Praxis eine bessere Einschätzung der Grundfuttermenge über Sekundärparameter erfolgen (z. B. über Erfassung der Grundfuttersubstratmenge pro Gruppe über Futtermischwagen und der Anzahl der Fressperioden bzw. der Aufenthaltszeit im Fressbereich) (STAMER et al., 2000).

Geringere technische Probleme bereitet die tierindividuelle Erfassung der Wasseraufnahme. Für die Tierüberwachung ist dieser Parameter von großer Bedeutung (HOLTER und URBAN, 1992), jedoch werden bisher keine entsprechenden Einrichtungen angeboten.

Automatisierung des Melkens

Die Melkarbeit stellt den größten Anteil der Arbeitszeit in der Milchviehhaltung dar. Daher wurde der Mechanisierung des Milchentzuges schon immer große Bedeutung beigemessen. Derzeit stellt das automatische Melken die innovativste Technik in der Milchviehhaltung dar und wird voraussichtlich die Milchviehhaltung entscheidend verändern. Positiv für den Landwirt ist die Befreiung von festen Stallarbeitszeiten und die Verringerung der Arbeitszeit; positiv für das Tier ist die Möglichkeit, den Melk-, Fress- und Liegerhythmus weitgehend selbst bestimmen zu können. Zugleich wird beim mehrmaligen Melken eine höhere Milchleistung und bessere Eutergesundheit erwartet, diese konnte bisher aber nicht zuverlässig realisiert werden. Der Stand der Technik und der Forschung ist bei SCHÖN (2000), HOGEVEEN und MEIJERING (2000) sowie ANONYM (2002) zu finden. Automatische Melksysteme haben inzwischen ihre Praxistauglichkeit bewiesen. Dennoch sind technische Weiterentwicklungen im Bereich der Qualitätsüberwachung, der Wirtschaftlichkeit, der Systemeinbindung und der Herdenmanagement-Software notwendig und möglich, da ein Melkzeug für ca. 60 laktierende Kühe genügt und deshalb ein höherer Aufwand an elektronischen Subsystemen zur Tier- und Qualitätsüberwachung finanziell gerechtfertigt ist (z.B. Viertelgemelk).

Weiterhin stehen Milchqualität und Eutergesundheit nicht zuletzt wegen der gesetzlichen Anforderungen zur Milchhygiene im Blickfeld, da der Melker beim Melkvorgang nicht mehr anwesend ist. Standardmäßig wird derzeit bei allen Systemen zur Überwachung der Eutergesundheit die elektrische Leitfähigkeit der Milch als Überwachungsgröße herangezogen. Damit können jedoch nicht alle euterkranken Kühe zuverlässig erkannt werden (HAMANN und ZECCONI, 1998). Vielversprechend ist der Einsatz von optischen Sensoren, mit deren Hilfe sinnfällig veränderte Milch besser detektiert werden kann (ANONYM, 2002).

Rechnergestützte Tierüberwachung

Mit steigenden Bestandesgrößen, höheren Tierleistungen und höheren Anforderungen an Tierschutz und Lebensmittelqualität wird eine rechnergestützte Tierüberwachung zu einem zentralen Baustein rechnergestützter Haltungsverfahren. Die Elektronik hat dabei die Aufgabe, den Tierhalter bei seinen Überwachungsaufgaben im Bereich der Futteraufnahme, der Tierleistung, des Tierverhaltens und der Tiergesundheit zu unterstützen und ungewöhnliche oder kritische Situationen frühestmöglich zu signalisieren, um eine angemessene Ernährung und Gesunderhaltung der Tiere sicherzustellen. Während die Überwachung bestimmter Parameter zur Futteraufnahme und Leistung inzwischen zur Standardausrüstung gehört, findet die Überwachung des Brunstgeschehens, des Tierverhaltens, der Tiergesundheit und der Milchqualität nur zögernd Eingang in die Praxis, nicht zuletzt aus finanziellen Gründen. Der aktuelle Entwicklungsstand der Technik in diesem Bereich ist sehr unterschiedlich und ist in der Tabelle zusammengestellt.

Forschungsbedarf besteht insbesondere bei der Überwachung der Milchqualität, des Tierverhaltens und physiologischer Parameter. Zur online Überwachung der Milchqualität wird von optischen Systemen eine Verbesserung erwartet. Auch sind erste Ansätze vorhanden, um online während des Melkens bereits die Inhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Harnstoff) und auch Medikamentenrückstände zu erfassen und zu überwachen (HOGEVEEN und MEIJERING, 2000; ANONYM, 2002; JENKINS et al., 2000).

Eine zentrale Größe in der Gesundheitsüberwachung stellt die Körpertemperatur dar. Für die indirekte Körpertemperaturmessung ist zwar die Technik zur Erfassung der Milchttemperatur verfügbar, hat sich aber nicht durchgesetzt. Neu ist die Messung der Körpertemperatur bei Kälbern über einen im Tränkenuckel integrierten Temperatursensor. Direkt kann die Körpertemperatur über injizierbare Transponder erfasst werden. Die Ergebnisse, die damit in Versuchen unter Stallbedingungen erzielt wurden, waren sehr vielversprechend (WENDL und KLINDTWORTH, 1997). Deren Einsatz wird allerdings davon abhängen, ob sich injizierbare Transponder in der Nutztierhaltung durchsetzen können. Für eine bessere Brunstüberwachung, die treffsicherer ist als die Überwachung der Aktivität, eignet sich der Progesterongehalt der Milch (DELWICHE und TANG, 2000).

Für viele weitere Parameter fehlen noch praxistaugliche Sensoren. Große Hoffnungen werden in diesem Zusammenhang in den Einsatz von Biosensoren gesetzt. Gelingt es, die vorhandenen Prototypen in robuste und preiswerte Systeme zu überführen, so könnte die gesamte Tierüberwachung und vor allen Dingen auch die Tiergesundheit verbessert werden.

Tabelle
Stand der Tierüberwachung am Beispiel der Milchviehhaltung (Level of animal monitoring – milk production)

Bereich	Tierparameter	Stand der Technik	Entwicklung und Erprobung
Futteraufnahme	Grundfuttermenge/Gruppe	X	X ¹
	Grundfuttermenge/Tier		
	Kraftfuttermenge/Tier	X	
	Tränkemenge bei Kälbern	X	
	Wasseraufnahme		X
Lebendgewicht	Periodische Erfassung	X	X ¹
	Kontinuierliche Erfassung		
Milchleistung	Milchmenge	X	X ²
	Milchfluss	X	
Milchqualität	Elektrische Leitfähigkeit	X	X
	Optische Sensoren		
	Inhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Harnstoff)		
	Verunreinigungen (z. B. Penicillin)		
Tierverhalten	Aktivität	X	X ⁴
	Fressverhalten	X ³	
	Raum- und Zeitverhalten		
Physiologie	Körpertemperatur indirekt über Milch (Kuh) oder Nuckel (Kalb)	X	X
	Körpertemperatur direkt		
	Progesteron		

¹ für Versuchsbetriebe verfügbar, für Praxis zu teuer, ² viertelbezogen, ³ für Kraftfutter und Milch, ⁴ für Grundfutteraufnahme

Datenmanagement

Rechnergestützte Verfahren liefern dem Landwirt ein umfangreiches Datenmaterial (HARMS, 2000). Es steht außer Zweifel, dass sowohl die Datenflut als auch die Komplexität der Informationen und Entscheidungen den Landwirt überfordern. Die Verbesserung des Datenmanagements wird deshalb bei der weiteren Entwicklung von Precision Farming eine zentrale Bedeutung bekommen, um die Systeme praxisreif und effizient gestalten zu können. Dabei sind folgende Schritte notwendig:

1. Eine geeignete Filterung, Plausibilitätsprüfung und graphische Aufbereitung der anfallenden Informationen ist notwendig.
2. Die anfallenden Daten sind in einer Datenbank abzulegen und so zu verknüpfen, dass mittels Expertenwissen Abweichungen vom Produktionsziel und -ablauf rechtzeitig erkannt werden. Ein BUS-System mit genormten Schnittstellen auch in der Innenwirtschaft würde die Verknüpfung aller Teilsysteme erleichtern.
3. Für eine umfassende rechnergestützte Steuerung des Produktionsablaufes sind zusätzlich "Tiermodelle" notwendig, d.h., es müssen mathematische Modelle erarbeitet werden, die es ermöglichen, Rahmenbedingungen, Futterversorgung und das Herdenmanagement so zu steuern, dass es zu einem optimalen Produktionsergebnis kommt. Bei der Komplexität dieser Herausforderung ist noch Grundlagenforschung in erheblichem Umfang erforderlich.

Rechnergestütztes Qualitätsmanagement

Bei allen Tierarten gilt es, nicht zuletzt aus Gründen von EU-Vorschriften unerlässlich, nicht nur die Produktqualität, sondern auch die Prozessqualität durchgehend zu dokumentieren und zu überwachen. Diese Aufgabenstellung ist ohne rechnergestützte

Verfahren kaum zu bewerkstelligen. Ziel der weiteren Entwicklung muss die Einbeziehung der weitgehend automatisch anfallenden Daten bei Precision Livestock Farming in das Qualitätsmanagement sein. Rechnergestützte Systeme der automatischen Tiererkennung, Fütterung und Tierüberwachung liefern eine Fülle von produktionstechnischen Daten, die über ein internes Managementsystem in eine zentrale Qualitätsmanagementdatenbank eingespeist werden können. Erste Vorschläge wurden für die Schweineproduktion erarbeitet.

Diese Daten sollten aber nicht nur zur Qualitätssicherung herangezogen werden, sondern müssen dem Landwirt, entsprechend aufbereitet, auch zur Produktionssteuerung im Sinne eines präventiven Qualitätsmanagement zur Verfügung stehen. Nicht geregelt ist derzeit die Gesamtvernetzung der Daten, z.B. über Internet.

Folgerungen für die Haltungssysteme

Derzeit beschränkt sich Precision Livestock Farming in erster Linie auf die Datenerfassung und Automatisierung bestimmter Teilprozesse (z. B. Füttern, Melken). Geschlossene Systeme der Prozesssteuerung und des rechnergestützten Qualitätsmanagements sind weitere Entwicklungsschritte.

Ziel von Precision Livestock Farming muss es aber auch sein, die Interaktion Tier/Technik/Umwelt besser als bisher zu regeln und zu überwachen.

Damit ist ein grundlegend neuer Ansatz zur Weiterentwicklung der Tierhaltung zu sehen (SCHÖN, 2000):

- Rechnergestützte Stallsysteme ermöglichen eine artgerechtere Haltung bei gleichzeitig intensiver Einzeltierbetreuung auch in großen Herden (Fütterung, Melken, Überwachung).
- Der Produktionsrhythmus wird nicht mehr durch den Arbeitsrhythmus des Menschen (zweimalige Stallarbeitszeit), sondern durch den individuellen Rhythmus des Tieres bestimmt, wodurch von Seiten der Tiergerechtigkeit und der Leistungsbereitschaft Vorteile erwartet werden.
- Der Mensch wird von der engen Bindung an den Arbeitsablauf befreit. Dies verbessert nicht nur entscheidend die Arbeitsbedingungen, sondern ermöglicht es auch, die Stallsysteme konsequent auf die Ansprüche des Tieres auszurichten. Dies gilt insbesondere für die Ansprüche an die Umgebungstemperatur.

So weichen in der Milchviehhaltung die Temperaturansprüche hochleistender Tiere erheblich von den Temperaturansprüchen arbeitender Menschen ab, die tendenziell wärmedämmte Ställe bedingen. BRUCE (1986) errechnete Energiebildungen der Rinder im Austausch mit der Umwelt in Abhängigkeit von der Leistung, der Felldicke und der Lebendmasse. KRAMER et al. (1999) erweiterten das Modell von BRUCE um die Wärmeabgabe über die Atmung unter kalten Bedingungen und um Wärmeströme von/zur Liegefläche beim liegenden Tier und bestimmten damit die untere kritische Temperatur für Milchvieh (Abb. 3).

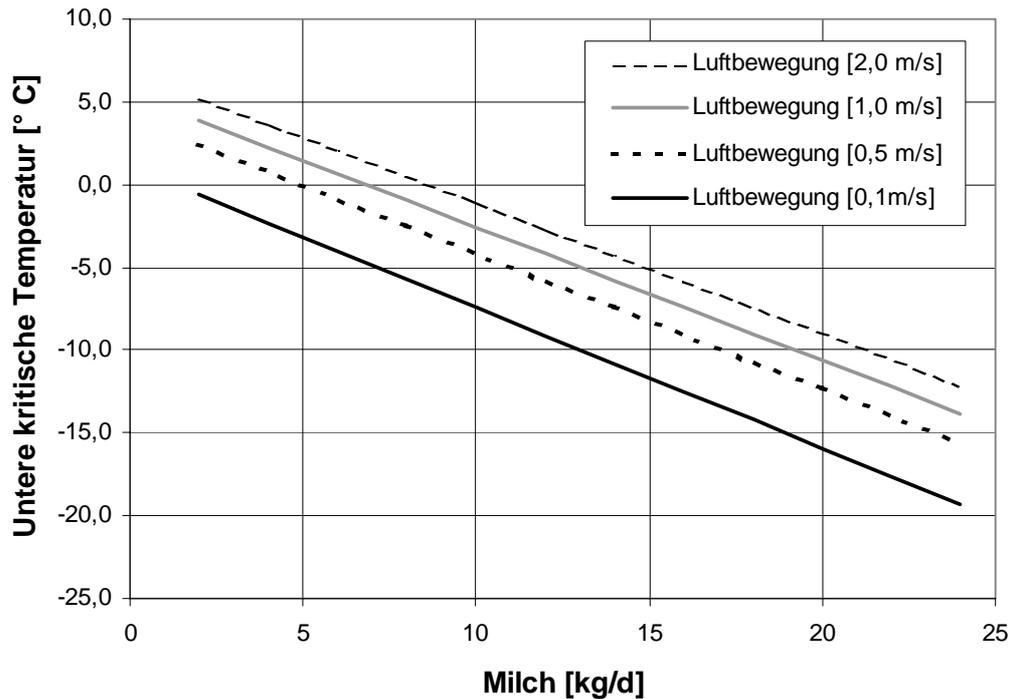


Abb. 3: Untere kritische Temperatur für Milchkühe in Abhängigkeit von Milchleistung und Luftbewegung nach KRAMER et al. (1999) (Lower critical temperatures for dairy cows dependent on milk yield and wind speed)

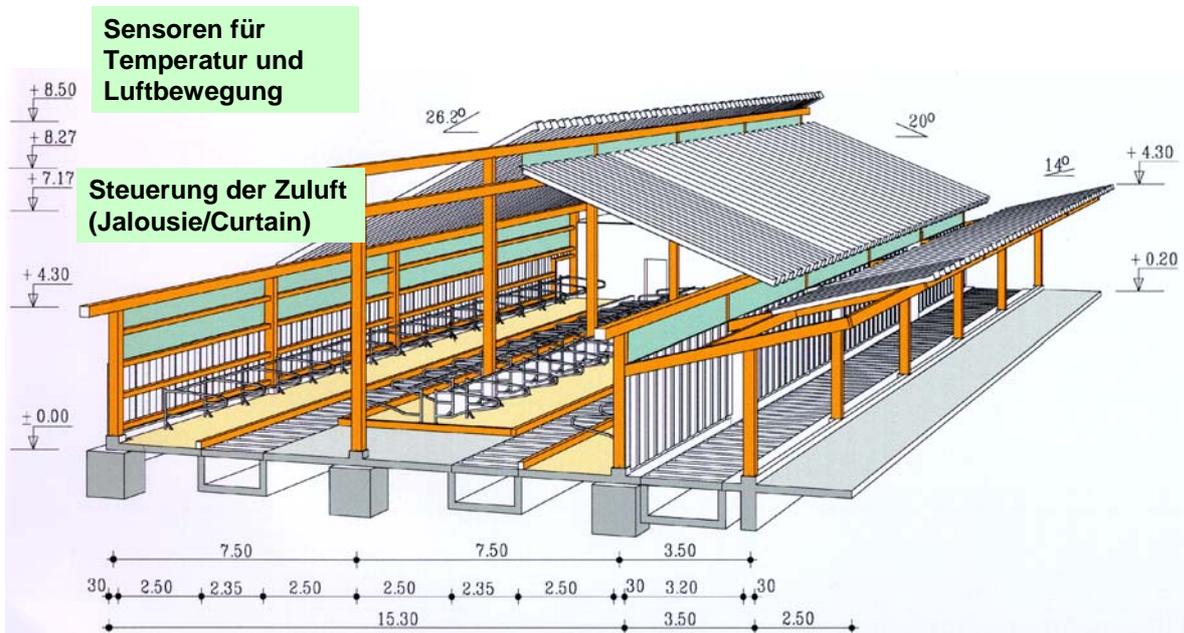


Abb. 4: Neue Bauformen für Milchviehställe (New building shapes for dairy barns)

Entwicklung naturnaher Stallsysteme

Außenklimaställe erfüllen die Klimaansprüche der Rinder in besonderem Maße, da das Stallgebäude die Tiere zwar mit viel Frischluft versorgt, aber dennoch vor kalten Winden, Regen und Schnee schützt und ihnen einen trockenen und weichen Liegeplatz anbietet. Wie einfach Außenklimaställe gebaut werden können, zeigt ein Beispiel in Abbildung 4 (RITTEL, 1999). Die Liegeboxen sind in einer scheunenartigen Liegehalle untergebracht, der Fressbereich im überdachten Außenbereich. Durch das Weg-

lassen der Wärmedämmung und die Verwendung des Baustoffes Holz und weiterer preiswerter Baumethoden kann ein funktionierender Stall mit günstigen Baukosten von 3.000 bis 4.000 €/pro Kuhplatz erstellt werden.

Ähnlich wie in der Rinderhaltung stehen die Landwirte auch in der Schweinehaltung unter dem Druck, die Produktionskosten zu senken. Hinzu kommen gestiegene Anforderungen an den Tier- und Umweltschutz. Eine Möglichkeit, Festkosten zu reduzieren, ist kostengünstiger zu bauen. Außenklimaställe stoßen deshalb auch in der Schweinemast auf großes Interesse. Aber im Gegensatz zum Rind ist beim Schwein die thermoneutrale Zone relativ eng. Deshalb ist in den Außenklimaställen für Schweine in unserem Klimabereich ein wärmegeprägter Ruhebereich zwingend notwendig.

Außenklimaställe für Mastschweine können in verschiedenen Varianten erstellt werden (z.B. Tiefstreu-, Schrägboden- oder Kistenställe). Favorisiert werden allerdings Kistenställe mit und ohne Stroheinstreu. Abbildung 5 zeigt einen typischen strohlosen Außenklimastall mit einer einfachen preiswerten Gebäudehülle aus Holz. Die Lüftung erfolgt wie bei Rinderställen durch eine großflächige Querlüftung über die Wände und den First. Vergleichsversuche und Erhebungen in Bayern (HAIDN et al., 2000) zeigten geringere Investitions- und Energiekosten, keine nachweisbaren Leistungsunterschiede, geringere Emissionen sowie einen besseren Gesundheitszustand; allerdings auch einen erhöhten Arbeitsaufwand gegenüber konventionellen Mastställen.

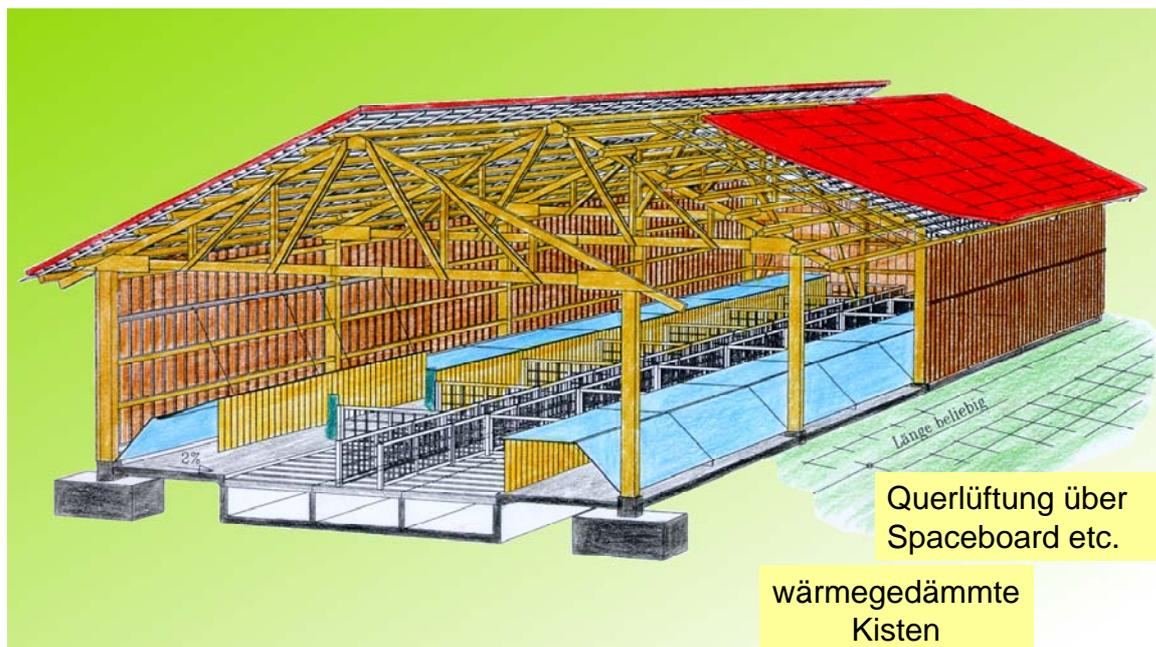


Abb. 5: Außenklimastall für Mastschweine (Naturally ventilated barn for fattening pigs)

Bei Zuchtsauen sind naturnahe Stallsysteme in Verbindung mit der Gruppenhaltung und rechnergestützten Verfahren geeignet, die Haltungsbedingungen bei einem hohen Rationalisierungsgrad zu verbessern (HAIDN et al., 2003). Praxisgerecht sind Außenklimaställe für die Gruppenhaltung von leeren und tragenden Sauen in Verbindung mit Abrufstationen (Abb. 6), während ähnliche Systeme für die Haltung ferkelführender Sauen in Gruppen noch weiterer intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bedürfen (DE BAEY ERNSTEN, 1996).

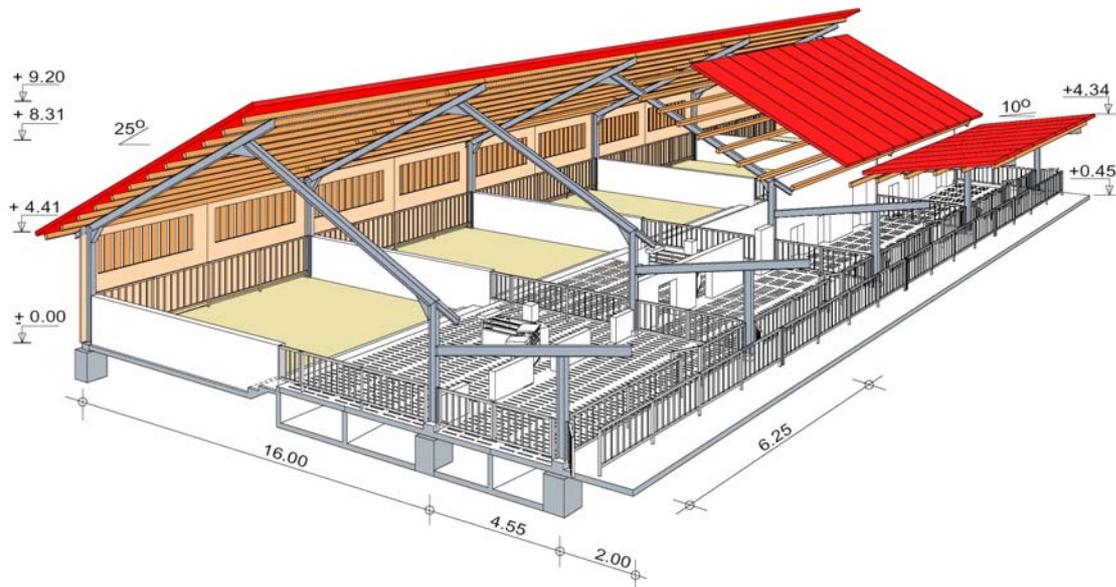


Abb. 6: Außenklimastall mit rechnergestützter Fütterung für die Gruppenhaltung von Zuchtsauen (Tiefstreu mit Spaltenboden) (Naturally ventilated barn with computer-aided feeding for group housing of breeding sows (deep bedding with slatted floors))

Literatur

ANONYM:

The First North American Conference on Robotic Milking. Proceedings of Conference in Toronto, Canada, March 20–22, 2002. Wageningen: Wageningen Pers

ARTMANN, R.:

Electronic identification systems: state of the art and their further development. *Computer and Electronics in Agriculture* **24** (1999), 5 – 26

AUERNHAMMER, H.:

Precision farming – the environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture* **30** (2001) 1-3, 31 - 41

BRUCE, J. M.:

Lower Critical Temperatures for Housed Beef Cattle. *Farm building Progress*, 1986

DE BAEY ERNSTEN, H.:

Freibewegliche Haltung ferkelführender Sauen. In: *Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauen*. BML-Arbeitstagung 1996. KTBL-Arbeitspapier 233, Darmstadt 1996, 132-138

DELWICHE, M.J.; TANG, X.:

Bovine estrus detection with a progesterone biosensor. -In: *Proceedings of the international conference on agricultural engineering AgEng 2000*, Warwick, 2-7 July 2000. Ed.: *EurAgEng*. 2000, 72 - 73, Part I.

Haidn, B.; HORNAUER, N.; RATHMER, B.; GRONAUER, A.:

Endbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Bau und Nutzung eines Schweinestalles auf Flüssigmistbasis als Außenklimastall mit Teilspaltenboden und Ruheboxen“. *Landtechnik-Forschungsbericht Nr. 5 der Landtechnik Weihenstephan*, Freising 2000

Haidn, B.; HORNAUER, N.; BEIBL, A.; FREIBERGER, M.:

Gruppenhaltung für Zuchtsauen. Poster, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik, Bauwesen, Umwelttechnik 2003

HAMANN, J.; ZECCONI, A.:

Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. -In: *Bulletin of IDF No. 334* (1998), 5 - 23

HARMS, J.:

Datenmanagement in einem modernen Milchviehbetrieb mit rechnergesteuertem Verfahren zum Füttern und Melken – Ansätze zur anwenderorientierten Aufbereitung. *Referate der 21. GIL-Jahrestagung in Freising-Weihenstephan 2000*. *Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft* (Band 13)

HOGVEEN, H.; MEIJERING, A. (Ed.):

Robotic Milking – Proceedings of the international symposium in Lelystad, The Netherlands, August 17-

- 19, 2000. Wageningen: Wageningen Pers
- HOLTER, J.B.; URBAN, W.E.:
Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **75**, (1992), 1472 – 1479
- JENKINS, D.M.; DELWICHE, M.J.; DEPETERS, E.J.:
Application of an on-line pressure based sensor for milk urea. -In: Proceedings of the international conference on agricultural engineering AgEng 2000, Warwick, 2-7 July 2000. Ed.: EurAgEng. 2000, 74 - 75, Part I.
- KRAMER, A.; HAIDN, B.; SCHÖN, H.:
Energieströme beim liegenden Rind – Einflüsse der Liegefläche. – In Tagungsband 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Weihenstephan, 9./10. März 1999. Hrsg.: Institut für Landtechnik der TU-München-Weihenstephan, 1999, 141-146
- METHLING, W.; UNSHELM, J.:
Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH, Berlin. 2002
- RITTEL, L.:
Planungsgrundsätze und Einspareffekte beim Bau von Milchviehställen – dargestellt an Beispielen aus der Praxis. – In Tagungsband 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Weihenstephan, 9./10. März 1999. Hrsg.: Institut für Landtechnik der TU-München-Weihenstephan, 1999, 99 -104
- SCHÖN, H. (Ed):
Automatische Melksysteme. KTBL-Schrift 395. Darmstadt: KTBL-Schriftenvertrieb. (2000)
- SCHÖN, H.:
Entwicklung der Landbewirtschaftung, Folgerungen für Forschung und Lehre. Rostocker agrar- und umweltwissenschaftliche Beiträge. (2002) Heft 11, 77-99
- SCHÖN, H.; WENDL G.:
Rechnergestützte Tierhaltung – Ein neuer Ansatz für eine wettbewerbsfähige und tiergerechte Nutztierhaltung. *Landtechnik* **55** (2000) 3, 238-239
- SCHÖN, H.; WENDL, G.; KLINDTWORTH, M.; HARMS, J.:
Precision Livestock Farming – Konzeption, Stand der Forschung, Zukunftsperspektiven. – In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 5. Internationalen Tagung 2001, Stuttgart-Hohenheim, 6. - 7. März 2001. Hrsg.: Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Stuttgart-Hohenheim, 2001, 1 - 9
- STAMER, E.; REINSCH, N.; JUNGE, W.:
Merkmale des Fressverhaltens zur Schätzung der Grundfutteraufnahme von Milchkühen unter Laufstallbedingungen. *Züchtungskunde* **72** (2000) 5, 340 – 358
- WENDL, G.; KLINDTWORTH, K.:
Injektate mit Temperatursensoren - Ein weiterer Schritt in der Tierüberwachung. *Landtechnik* **52** (1997) 4, 202 - 203
- WENDL, G.; WENDLING, F.; BÖCK, S.; FRÖHLICH, G.; RÖDEL, G.:
Rechnergesteuerte Wiegetröge zur automatischen Erfassung der Futteraufnahme für Rinder, Schweine und Schafe. – In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 5. Internationalen Tagung 2001, Stuttgart-Hohenheim, 6. - 7. März 2001. Hrsg.: Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Stuttgart-Hohenheim, 2001, 50 - 55

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Dr. h.c. HANS SCHÖN, Dr. BERNHARD HAIDN, Dr. GEORG WENDL
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
D-85354 Freising-Weihenstephan

WERNER FRANKE

Haltungslösungen für Schweine - Entwicklungsrichtungen und Praxisumsetzung

Summary

Title of the paper: **Solutions for pig keeping systems – developments and their practical use**

Animal welfare in pig keeping is increasingly demanded. It is explained which new EU-regulations and solutions for pig keeping systems will be important in the coming years. When realising these solutions in practice, investment costs and stocking density have to be considered. Higher costs have to be compensated by a better animal performance and animal health.

Key Words: pig, keeping, equipment, implementation in practice, expense

Zusammenfassung

Die Tiergerechtigkeit der Schweinehaltung soll verbessert werden. Es wird erläutert, welche neuen EU-Richtlinien und Ausrüstungslösungen hierfür in den nächsten Jahren von Bedeutung sind. Bei der Umsetzung dieser Lösungen in die Praxis sind die Höhe der Investitionen und die Auswirkungen auf die Tierplatzkapazität zu berücksichtigen. Höhere Kosten sollen durch bessere Tierleistungen und Tiergesundheit kompensiert werden.

Schlüsselwörter: Schwein, Haltung, Ausrüstung, Praxisumsetzung, Kosten

1. Entwicklungsrichtungen zur Verbesserung von Tiergerechtigkeit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit der Produktion

Dem Anliegen verbesserter Tiergerechtigkeit der Schweinehaltung tragen sowohl neue Handlungsverordnungen als auch weiterentwickelte Bau- und Ausrüstungslösungen Rechnung. Mit den EU-Richtlinien 2001/88/EG und 2001/93/EG aus dem Jahre 2001 sind die Mindestanforderungen zur Haltung von Schweinen EU-weit für die nächsten Jahre vorgegeben. Bei der Umsetzung in Deutschland können diese Festlegungen aber verschärft werden.

Weiterentwicklungen der Bau- und Ausrüstungslösungen haben auch das Ziel, die Umweltverträglichkeit und nicht zuletzt die Wirtschaftlichkeit der Produktion durch Steigerung der Erlöse (Verbesserung Tiergesundheit, Tierleistungen) und Senkung der Kosten (Futter, Energie, Arbeitszeit) zu verbessern.

Als Entwicklungsrichtungen mit Praxisbezug zeichnen sich einige Schwerpunkte mit unterschiedlicher Dringlichkeit, Verbindlichkeit und Tragweite ab.

2. Aktuelle Beispiele mit Praxisbezug

2.1 Gruppenhaltung tragender Sauen

Die Sauengruppenhaltung ist mit der EU-Richtlinie 2001/88/EG von der 5. Trächtigkeitswoche bis 1 Woche vor dem Abferkeln vorgeschrieben und in bestehenden Anlagen spätestens bis zum 1.1.2013 mit großzügigen Flächenvorgaben umzusetzen.

Schwerpunkt bei der Umsetzung der Gruppenhaltung ist die Auswahl der Fütterungslösung. Die Fütterung soll eine bedarfsgerechte Futtermittelversorgung jeder Einzelsau abhängig von der Anzahl vorheriger Würfe, dem Trächtigkeitsstadium und dem Ernährungszustand gewährleisten. Alle Lösungen haben Vor- und Nachteile. Entscheidungen für eine Lösung werden sowohl nach der Handhabbarkeit und Einordenbarkeit in vorhandene Gebäude als auch nach erforderlichen Investitionen getroffen. Zu berücksichtigen ist, dass eine Einzelhaltung bedürftiger Tiere nur in Buchten erfolgen darf, in denen sich die Tiere umdrehen können, also nicht in Kastenständen.

Für die Umrüstung der Sauenplätze allein in Mecklenburg-Vorpommern wird der Investitionsbedarf auf 20 Mio. € geschätzt. Bei Stallanlagen mit mobiler Fütterung wie den Angebotsprojekten für 1275 Sauen gibt es erhebliche Flächenreserven. Indem die Ganganteile reduziert werden, können die neuen Flächenvorgaben erfüllt werden. Bei anderen Anlagen sind leer stehende Gebäude (z.B. ehemalige Futter-, Heiz- oder Lagerräume) nutzbar oder es muss ein Erweiterungsbau erfolgen.

2.2 Buchtenflächen für Absetzferkel und Mastschweine sowie Buchtenfußböden

Mit der EU-Richtlinie 2001/88/EG werden die Mindestflächen für Absetzferkel und Mastschweine nicht erhöht. Anhand von Tierkörperabmessungen wird deutlich, dass diese Flächen für das gleichzeitige Liegen aller Tiere auch bei Maximalgröße ausreichend sind (Abb. 1). Eine generelle Vergrößerung der Buchtenfläche ist auch aus Sicht der Leistungen und des Verhaltens nicht erforderlich (HOY und SCHWARZ, 2002). Vorteile können größere Buchtenflächen bei hohen Temperaturen durch Einzelliegen der Tiere ohne Berührung bieten. Deshalb werden bereits viele Mastställe mit Liegeflächen von 0,70-0,80 m²/Tier geplant.

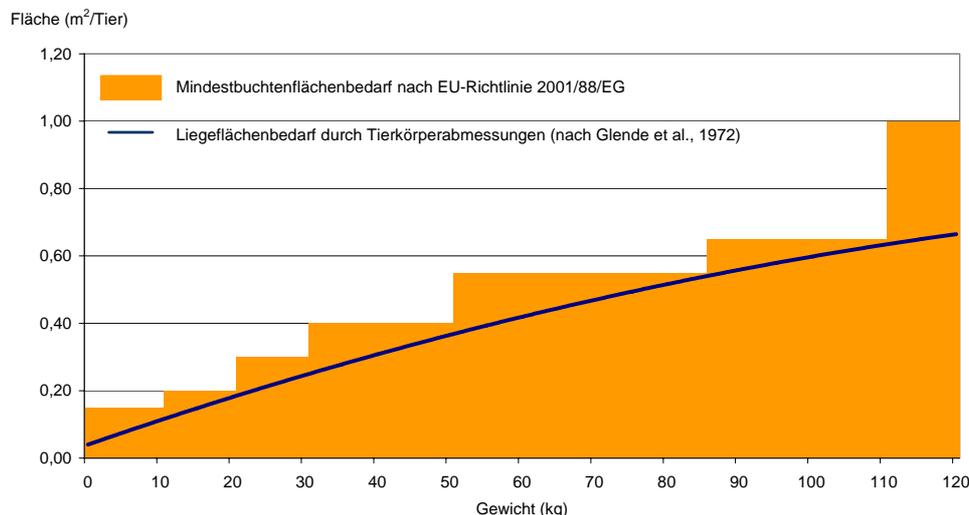


Abb. 1: Flächenbedarf für Absetzferkel und Mastschweine (Area requirement for weaners and porkers)

In der Tendenz steigen mit zunehmender Buchtenfläche die Schadgasemissionen. Es muss deshalb durch eine Funktionsbereichsdifferenzierung dafür gesorgt werden, dass die Tiere nur in einem begrenzten Bereich der Bucht die Exkremente absetzen und in einem anderen Bereich ruhen. Erst dann können auch Teilspaltenböden die Zielstellung einer verbesserten Tiergerechtigkeit erfüllen.

In eigenen Untersuchungen bei Außenklimaställen für Absetzferkel konnte nachgewiesen werden, dass eingehauste Liegebereiche mit fester Liegefläche ganzjährig warm und sauber bleiben, während in den Ausläufen die Temperaturen zum Teil erheblich niedriger liegen und dort die Exkremente abgesetzt werden. Dadurch sind die Ammoniakkonzentrationen in den Kisten sehr gering, zumeist unter 2 ppm. Die Abbildung 2 zeigt Messwerte für Temperaturen unter diesen Verhältnissen.

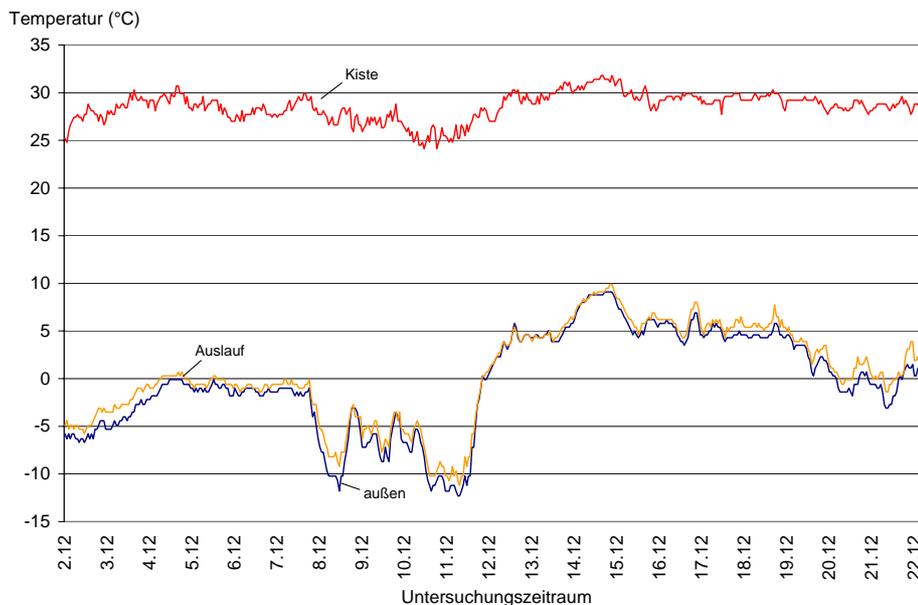


Abb. 2: Temperaturverlauf im Winter (Temperatures in winter)

Wenn es gelingt, diese Erfahrungen auf die Haltung in Warmställen zu übertragen, kann durch 2-Klimabuchten die Tiergerechtigkeit verbessert werden, ohne dass durch verkotete Buchten Schadgasemissionen und Arbeitszeitbedarf ansteigen.

Ansätze in dieser Richtung bieten Zonenheizungen (Infrarotstrahlungsplatten, Dunkelstrahler) und abgeschirmte Liegebereiche.

Als Buchtenfußböden bleiben Spaltenböden dominierend. Bei Absetzferkeln und in der Mast bieten Vollspaltenböden den besten Kompromiss hinsichtlich Tiergerechtigkeit, Umweltbelastung und Wirtschaftlichkeit.

Als Spaltenbodenmaterial hat sich Beton, der eine mittlere Wärmeleitfähigkeit aufweist, für Mastschweine und Sauen bewährt. Er kann noch als „berührungswarm“ eingestuft werden, ermöglicht aber andererseits die Abkühlung der Tiere bei hohen Stalltemperaturen. Für Absetzferkel wird Kunststoffboden empfohlen. Bei Abferkelbuchten werden auch Materialkombinationen verwendet.

Entwicklungen zum Einsatz von weichen Bodenlösungen sind bei Schweinen bisher fehlgeschlagen. In kurzer Zeit wurden Gummimatten bei Mastschweinen zerstört. Außerdem können Verschmutzungen ein zusätzliches Hygienerisiko darstellen (RUDOWSKY et al., 2002).

2.3 Beschäftigungsmaterial und Selbsttränken mit Füllstandsregelung

In der EU-Richtlinie 2001/93/EG ist festgelegt, dass alle Schweine ständigen Zugang zu manipulierbarem Beschäftigungsmaterial haben müssen.

Die Auslegung und Umsetzung dieser Forderung bedarf besonders bei der Einzelhaltung weiterer Überlegungen. Durch den Fresstrieb erscheinen Futterabgabeelemente mit Selbstentnahme besonders geeignet, längere Zeit das Interesse der Schweine zu fesseln und damit die Festlegung zu erfüllen.

Für die Gruppenhaltung von Sauen, Absetzferkeln und Mastschweinen werden unterschiedliche Lösungen durch die Ausrüstungsindustrie angeboten, die relativ einfach nachrüstbar sind. Berücksichtigt werden sollten bei der Auswahl Platzbedarf, Haltbarkeit, Kosten und Hygiene. Unter diesem Blickwinkel sind Automaten mit Stroh weniger zu empfehlen, auch wenn dieses Material für die Schweine sehr attraktiv ist. Als besser geeignet werden z.B. Beißschwänze erachtet, die „Abnutzung“ durch die Tiere ist allerdings hoch (ROTH und MEYER, 2002).

Mit Selbstränken wurden schon vor Jahrzehnten die Voraussetzungen geschaffen, dass die Tiere ständig Zugang zu Wasser haben, ohne dass dafür Arbeitszeit erforderlich ist. Jetzt angebotene Lösungen mit Füllstandsregelung verhindern Wasserverluste nahezu vollständig und reduzieren damit auch den Gülleanfall. Die Lösung zeigt, wie mit geringen Aufwendungen ohne Nachteile für die Tiere die Kosten gesenkt werden können. Die Tränken sind in vorhandenen Ställen einfach nachrüstbar.

2.4 Verdunstungskühlung

Schweine können nur in einem engen Temperaturbereich hohe Leistungen erzielen. Die Einhaltung von Mindesttemperaturen wird durch Heizung in den Ställen gewährleistet. Jetzt werden von mehreren Firmen einfache Verdunstungskühlungen angeboten, die Temperaturen über dem Optimum um einige Kelvin senken. Es wird unter Hochdruck ein feiner Wassernebel im Stall oder der Zuluft versprüht, der durch Verdunstung die Lufttemperatur absenkt. Zur Vermeidung von zu hoher Luftfeuchtigkeit schaltet die Wasserzufuhr bei 80% Luftfeuchte ab. Es werden durch diese Maßnahme verbessertes Wohlbefinden, höhere Futteraufnahme und damit höhere Zunahmen sowie geringere Tierverluste im Sommer erwartet. Die breite Praxiseinführung steht aber noch aus. Die Lösung ist unproblematisch in vorhandenen Stallanlagen nachrüstbar.

3. Schlussfolgerungen

Durch veränderte technische Lösungen können Tiergerechtigkeit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion in den nächsten Jahren verbessert werden. Die Umsetzung und Wirksamkeit der verschiedenen Maßnahmen sind differenziert zu sehen. Dabei ermöglichen vielfach erst elektronische Steuerungen, die gestellten Forderungen nach sicherer und witterungsunabhängiger Produktion zu erfüllen. Die Schweinehaltung wird dadurch weiter „technisiert“, was häufig ein Kritikpunkt ist. Eine Rückkehr zu einfacheren Lösungen ist aber mit Kompromissen verbunden (z.B. Freilandhaltung) und für die breite Praxis nicht zu erkennen.

Literatur

GLENDE, P.; BRAUER, P.; HANISCH, J.; PIETSCH, M.; HUNGER, W.:

Ermittlungen von Tierkörpermaßen bei wachsenden Schweinen und Sauen sowie die daraus abgeleiteten Beziehungen zum Alter und zur Masse der Tiere. Forschungsbericht, Dummerstorf, 1972

HOY, S.; SCHWARZ, P.:

Bemessung der Stallgrundfläche. Praxisgerechte Mastschweinehaltung, BFL-Spezial, 51-55, 2002

ROTH, E.; MEYER, C.:

Komfort- und Erkundungsverhalten für Mastschweine verbessern. Praxisgerechte Mastschweinehaltung, BFL-Spezial, 62-65, 2002

RUDOWSKY, A.; HOPPENBROCK, K.H.; HESSE, D.:

Anforderungen an Stallfußböden. Praxisgerechte Mastschweinehaltung, BFL-Spezial, 56-60, 2002

Anschrift des Verfassers

Dr. WERNER FRANKE

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

NORBERT KANSWOHL¹, BARBARA KÜNZEL¹ und HORST HAMMER²

Stallumweltaspekte der Legehennenhaltung

Summary

Title of the paper: **Aspects of environment in modern systems for alternative management of laying hens**

The transition from conventional cage rearing to alternative management of laying hens like free-range rearing or floor management is really advantageous in view of animal behaviour. Caused by procedure concentration of pollutant in barns of alternative management is higher. In this contribution the results of measurements of ammonia and carbon dioxide for aviary systems are shown.

Key Words: alternative management, laying hens, ammonia, carbon dioxide

Zusammenfassung

Der Übergang von der konventionellen Käfighaltung zu alternativen Haltungsverfahren für Legehennen wie Freiland bzw. Bodenhaltung ist aus verhaltensbiologischer Sicht sehr vorteilhaft. Verfahrensbedingt sind die Schadgaskonzentrationen in den Ställen bei alternativer Haltung jedoch höher. In vorliegendem Beitrag werden Ergebnisse von Ammoniak- und Kohlendioxidmessungen in Volierenställen für Legehennen vorgestellt.

Schlüsselwörter: Schadgase, Legehennen, alternative Haltungsverfahren

Einleitung

Durch das Verbot der konventionellen Käfighaltung für Legehennen ab 2007 in Deutschland und dem zunehmenden Übergang zu alternativen Haltungsverfahren wie z.B. Volierenhaltung in Kombination mit Außenklimabereich gewinnen die Problematik der Schadgasgehalte in den Ställen und den daraus resultierenden Einflüssen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tierbestände sowie das Emissionsgeschehen an Bedeutung.

Eine Legehenne gibt täglich etwa 170 g Frischkot ab. Nach BESSEI und DAMME (1998) hat Frischkot einen Stickstoffgehalt von 13 bis 17 g/kg. Nach diesen Autoren bieten Temperaturen um 35 °C, ein pH-Wert von 9 und ein Feuchtegehalt von 40–60% im Substrat optimale Bedingungen zur Bildung und Freisetzung von Ammoniak. Für die Ammoniakkonzentration in Ställen für Legehennen sind zur Zeit in Deutschland keine rechtlich verbindlichen Höchstwerte vorgegeben.

Die für den Gesundheitsschutz der Menschen zur Zeit geltenden MAK-Werte (maximale Arbeitsplatzkonzentration und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte) betragen für den achtstündigen Kontakt mit folgenden Gasen:

Ammoniak 14 mg/m³ Luft

Kohlendioxid 9200 mg/m³ Luft.

Nach der Aufnahme der Eierproduktion in umgebauten Schweineställen eines Praxisbetriebes stand die Frage, wie hoch die Schadgaskonzentrationen in den Ställen sind

und ob die MAK-Grenzwerte überschritten werden. In Untersuchungen sollten deshalb die Schadgasgehalte bei unterschiedlichen Haltungsbedingungen (geöffnete/geschlossene Auslaufklappen) und in Abhängigkeit von der Zeit ermittelt werden.

Material und Methode

Die Untersuchungen wurden in 2 baugleichen Altställen mit jeweils 10000 Legehennen durchgeführt, die mit einer 2-Etagenvoliere „Natura-EU 2200“ (modifiziert) der Firma „Big Dutchman“ ausgerüstet sind. Die Entmistung der Etagen erfolgte über belüftete Kotbänder einmal wöchentlich. Die Legehennen haben am Tag über Klappen Zugang zum Außenklimabereich (Kaltscharrraum).

Im Juni und Oktober 2000 wurden mit dem Multigasmonitor 1302 von Brüel und Kjaer auf der Basis der photoakustischen Infrarot-Spektroskopie Messungen der Konzentrationen von Ammoniak und Kohlendioxid sowie Wasserdampf durchgeführt. Jede 2. Minute wurde ein Messwert erfasst und automatisch im Speicher abgelegt. Gemessen wurde in der Regel über 24 Stunden. Die Messungen erfolgten bei geöffneten und bei geschlossenen Auslaufklappen. Neben den genannten Messungen wurden die Temperatur, die relative Luftfeuchte und die Einstreufeuchte erfasst.

Ergebnisse

In den Untersuchungen konnte ein Einfluss der Luftbewegung auf die Höhe der Ammoniakgehalte im Stall festgestellt werden. Nach dem Öffnen der Auslaufklappen (ab 7 Uhr) war ein deutlicher Anstieg der Ammoniakgehalte feststellbar (Abb.). Nach Schließen der Klappen (15 Uhr) fielen die Werte wieder deutlich ab.

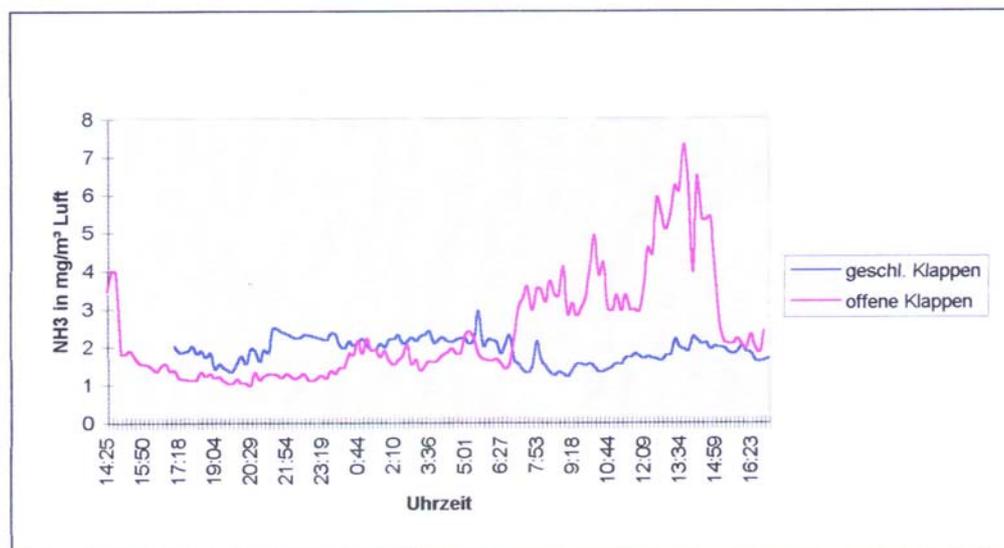


Abb.: Vergleich der Ammoniak-Werte im Stall 2 im Juni bei offenen und geschlossenen Klappen (Comparison of measurements for ammonia in barn 2 in June with opened and closed lids)

Die CO₂-Messwerte zeigten einen ähnlichen Verlauf wie die Ammoniakgehalte. Nach Öffnen der Auslaufklappen ab 7.00 Uhr war ein deutlicher Anstieg der CO₂-Gehalte in der Stallluft festzustellen. Nach Schließen der Auslaufklappen ab 15.00 Uhr war ein schneller Abfall der CO₂-Gehalte – wie auch beim Ammoniak – zu verzeichnen.

Die Zunahme der Emissionen nach Öffnung der Auslaufklappen ist bedingt durch die gesteigerte Luftbewegung über der Oberfläche der Exkreme, die zu einer verstärkten Freisetzung von Ammoniak führt.

Vergleichsmessungen der Ammoniakwerte im Juni und Oktober bei geschlossenen Auslaufklappen zeigen, dass die Mittelwerte im Juni mit $1,75 \text{ mg/m}^3$ deutlich unter denen im Oktober mit $3,06 \text{ mg/m}^3$ lagen (Tab. 1 und 2). Auch war die Schwankungsbreite der Werte im Juni mit $0,96 \text{ mg/m}^3$ (Minimum) und $3,31 \text{ mg/m}^3$ (Maximum) deutlich geringer als im Oktober mit $1,97 \text{ mg/m}^3$ (Minimum) und $5,87 \text{ mg/m}^3$ (Maximum). Die höheren Werte im Oktober resultieren aus der Zunahme der Kotmenge im Scharraum mit zunehmender Haltungsdauer der Legehennen.

Tabelle 1

Messwerte von Ammoniak, Kohlendioxid und relativer Luftfeuchte im Stall 1 bei geschlossenen Auslaufklappen (Juni 2000) (Measurements of ammonia, carbon dioxide and relative humidity in barn 1 with closed exercising lids (June 2000))

	Ammoniak mg/m^3	Kohlendioxid mg/m^3	relative Luftfeuchte %
Mittelwert	1,75	2.103	55,8
Minimum	0,96	1.080	46,3
Maximum	3,31	3.070	71,9

Tabelle 2

Messwerte von Ammoniak, Kohlendioxid und relativer Luftfeuchte im Stall 1 bei geschlossenen Auslaufklappen (Oktober 2000) (Measurements of ammonia, carbon dioxide and relative humidity in barn 1 with closed exercising lids (October 2000))

	Ammoniak mg/m^3	Kohlendioxid mg/m^3	relative Luftfeuchte %
Mittelwert	3,06	2.254	49,9
Minimum	1,97	1.590	43,4
Maximum	5,87	3.450	62,8

Die Mittelwerte der CO_2 -Werte lagen im Juni bei $2\ 100 \text{ mg/m}^3$ (1.080-3.070) und im Oktober bei 2.250 mg/m^3 (1.590-3.450).

Tabelle 3

Messwerte von Ammoniak, Kohlendioxid und relativer Luftfeuchte im Stall 1 bei offenen Auslaufklappen (Oktober 2000) (Measurements of ammonia, carbon dioxide and relative humidity in barn 1 with opened exercising lids (October 2000))

	Ammoniak mg/m^3	Kohlendioxid mg/m^3	relative Luftfeuchte %
Mittelwert	4,18	2.939	51,6
Minimum	3,23	2.200	47,2
Maximum	6,72	4.910	60,6

Beim Vergleich der Ammoniakwerte bei geschlossenen und offenen Klappen im Stall 1 (Tab. 2 und 3) werden die Aussagen aus der Abbildung bestätigt. Bei geöffneten Klappen lagen die Ammoniakwerte im Durchschnitt um über 1 mg/m^3 höher als bei geschlossenen Klappen. Die MAK-Grenzwerte von 14 mg/m^3 wurden aber im gesamten Messzeitraum nicht überschritten. Auch die Kohlendioxidwerte lagen unter dem Grenzwert von 9.200 mg/m^3 Luft. Anzumerken ist aber, dass die Messwerte um ein Mehrfaches über den in modernen Käfighaltungsanlagen ermittelten Werten liegen.

Diskussion

Die Werte der Ammoniak- und Kohlendioxidgehalte in der Stallluft schwankten sowohl täglich als auch monatlich in einem sehr weiten Bereich, wobei mit zunehmender Haltungszeit ein Anstieg der Gehalte in der Stallluft zu verzeichnen war. Nach Öffnung der Klappen zum Außenklimabereich stiegen die Ammoniak- und CO₂-Gehalte deutlich an. Die MAK-Werte und Empfehlungen für maximal zulässige Schadgaskonzentrationen in Tierställen wurden aber nicht überschritten.

Literatur

BESSEI, W.; DAMME, K.:

Neue Verfahren für die Legehennenhaltung. KTBL-Schrift 378 (1998)

Anschriften der Verfasser

PD Dr. agr. habil. NORBERT KANSWOHL, Dipl. Ing. agr. BARBARA KÜNZEL

Universität Rostock

Fachbereich Agrarökologie

Institut für Agrarökonomie und Verfahrenstechnik

Justus-von-Liebig-Weg 8

D-18051 Rostock

Dr. agr. HORST HAMMER

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft u. Fischerei M-V

Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

BIRGER PUPPE

Stressbewältigung und Wohlbefinden - verhaltensphysiologische Ansatzpunkte einer Gesundheitssicherung bei Tieren

Summary

Title of the paper: **Coping with stress and animal welfare - behavioural and physiological approaches of health management in animals**

The present paper shortly reviews basic mechanisms of coping with stress and relates them to animal welfare and health both generally and by the example of social stress in domestic pigs. It is shown that a successful behavioural and physiological stress response depends on the individual coping strategy as well on the controllability and predictability of the respective situation by animal. Here, the nervous, endocrine, and immune system mutually communicate within a biochemical network so that stress may directly or indirectly modulate the immune system affecting welfare and health either in a negative (distress) or more positive (eustress) way. Therefore, housing and management of intensively kept farm animals should be designed in a way to use the biological potential of eustress for a natural enhancement of welfare and health by giving animals the chance of successful coping with stress.

Key Words: coping, stress, animal welfare, health, immune system, domestic pig

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag gibt eine kurze Übersicht zu grundsätzlichen Mechanismen der Stressbewältigung (Coping) bei Tieren und stellt diese sowohl generell als auch am Beispiel des sozialen Stresses beim Hausschwein in einen Zusammenhang mit deren Wohlbefinden und Gesundheit. Es zeigt sich, dass der Erfolg der verhaltensphysiologischen Stressantwort entscheidend von der individuellen Copingstrategie, aber auch von der Vorhersagbarkeit und Kontrollierbarkeit der jeweiligen Situation durch das Tier abhängt. Hierbei kommunizieren Nerven-, Hormon- und Immunsystem in einem biochemischen Netzwerk, so dass Stress über direkte und indirekte immunmodulatorische Wirkungen das Wohlbefinden und die Gesundheit entweder negativ (Disstress) oder auch eher positiv (Eustress) beeinflussen kann. In der intensiven Nutztierhaltung kommt es deshalb darauf an, Haltung und Management so zu gestalten, dass den Tieren die Chance einer möglichst erfolgreichen Stressbewältigung gegeben wird, um das biologisch vorhandene Potential von Eustress bezüglich einer natürlichen Verbesserung von Wohlbefinden und Gesundheit zu nutzen.

Schlüsselwörter: Stressbewältigung, Wohlbefinden, Gesundheit, Immunsystem, Hausschwein

Einleitung

Stress ist ein integraler Bestandteil des Lebens, und alle Lebewesen haben im Verlauf der Evolution entsprechende Bewältigungsmechanismen entwickelt. Die meisten Definitionen versuchen demzufolge auch den Erfolg einer solchen Stressbewältigung (Coping) in Relation zur Aufrechterhaltung der Homöostase und/oder der Gewährleistung der Fitness von Organismen zu setzen (MANTEUFFEL und PUPPE, 2000). Daraus ergibt sich fast zwangsläufig, dass - wie leider häufig unterstellt - Stress nicht nur negative Konsequenzen haben muss. Im Gegenteil, eine erfolgreiche Stressbewältigung sollte psychophysiologisch durchaus positive Auswirkungen auf den Organismus haben (ZULKIFLI und SIEGEL, 1995). Der vorliegende Beitrag versucht deshalb

in aller Kürze, erstens, grundsätzliche verhaltensphysiologische Folgen von Stress bezüglich Gesundheit und Wohlbefinden bei Tieren zu erörtern und zweitens, entsprechende experimentelle Befunde beim Hausschwein am Modell eines sozialen Stressors darzulegen. Damit soll insbesondere gezeigt werden, dass erfolgreiche Stressbewältigung und gesteigertes Wohlbefinden als „natürliche“ biologische Grundlagen für eine verbesserte Gesundheit bei landwirtschaftlichen Tieren beachtet und vor allem genutzt werden müssen.

Relevante Stresskonzepte

Das Stresskonzept, von Walter B. Cannon und Hans Selye am Anfang des vorigen Jahrhunderts entscheidend geprägt, ist mittlerweile mehrfach weiterentwickelt und erweitert worden (VON HOLST, 1998; VON BORELL, 2000). Hinsichtlich der Thematik des vorliegenden Beitrages scheinen zwei Ansätze von besonderer Bedeutung.

Erstens, es gibt emotional vermittelte, aktive und passive Coping-Mechanismen als Antwort auf chronischen Stress (HENRY und STEPHENS, 1977). Während der Versuch über aktives Verhalten ('fight-flight') die Vorhersagbarkeit ('predictability') und Kontrolle ('controllability') einer Situation aufrechtzuerhalten in erster Linie durch Hormone des Sympatho-Adrenomedullären-Systems (z.B. Adrenalin oder Noardrenalin) begleitet wird, ist die passive Verhaltensantwort ('depression') eher mit Kontrollverlust und Hormonausschüttungen des Hypothalamo-Hypophysen-Nebennierenrinden-Systems (z.B. Cortisol) verbunden.

Zweitens, zahlreiche Untersuchungen auf dem Gebiet der Psychoneuroimmunologie haben darüber hinaus gezeigt, dass Nerven-, Hormon- und Immunsystem in einem biochemischen Netzwerk kommunizieren und dass somit vor allem die immunmodulatorischen Eigenschaften von Stress die Gesundheit direkt und indirekt beeinflussen können (BESEDOVSKY und DEL REY, 1996; SCHEDLOWSKI und SCHMIDT, 1996; TUCHSCHERER und MANTEUFFEL, 2000).

Stress in Bezug zu Wohlbefinden und Gesundheit

Wohlbefinden lässt sich in ähnlicher Weise wie Stress über einen eher generellen Zugang definieren. Es ist eine Zustandsgröße, die durch die physischen und psychischen Fähigkeiten eines Tieres, mit seiner Umwelt zurechtzukommen beschrieben wird und darüber hinaus auch eine emotionale Bewertung einschließt (PUPPE, 1996, MANTEUFFEL und PUPPE, 1997). Insofern zieht ernsthafter Stress unweigerlich eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens nach sich (MANTEUFFEL und PUPPE, 2000), obgleich allzu simple und direkte Beziehungen infolge der hohen Dynamik beider Systeme eher schwierig abzuleiten sind (WIEPKEMA und KOOLHAAS, 1993). Als sicher gilt, dass verschiedene autonome und neuroendokrine Stressantworten auch verschiedene Immunantworten induzieren (DANTZER, 1997). Schwierigkeiten bei der individuellen Stressbewältigung können daher zur Suppression der Immunkompetenz und demzufolge auch zu Beeinträchtigungen von Wohlbefinden und Gesundheit bis hin zu Krankheiten führen (CLARK et al., 1997; ERIKSEN et al., 1999). MOBERG (2000) hat darüber hinaus die These aufgestellt, dass erst dann stressinduzierte negative Wirkungen für den Organismus zu verzeichnen sind, wenn die biologischen Kosten der Stressbewältigung andere aufrechtzuerhaltende biologische Funktionen beeinträchtigen; dieser Zustand wird dann auch als Distress bezeichnet. Im umgekehrten Falle, d.h. bei adäquater Bewältigung, können

Stresswirkungen eher neutral oder sogar positiv sein und mit dem auf Hans Selye zurückgehenden Begriff Eustress benannt werden (ZULKIFLI und SIEGEL, 1995). Ein Schema dieser postulierten, komplexen Zusammenhänge ist in der Abbildung dargestellt.

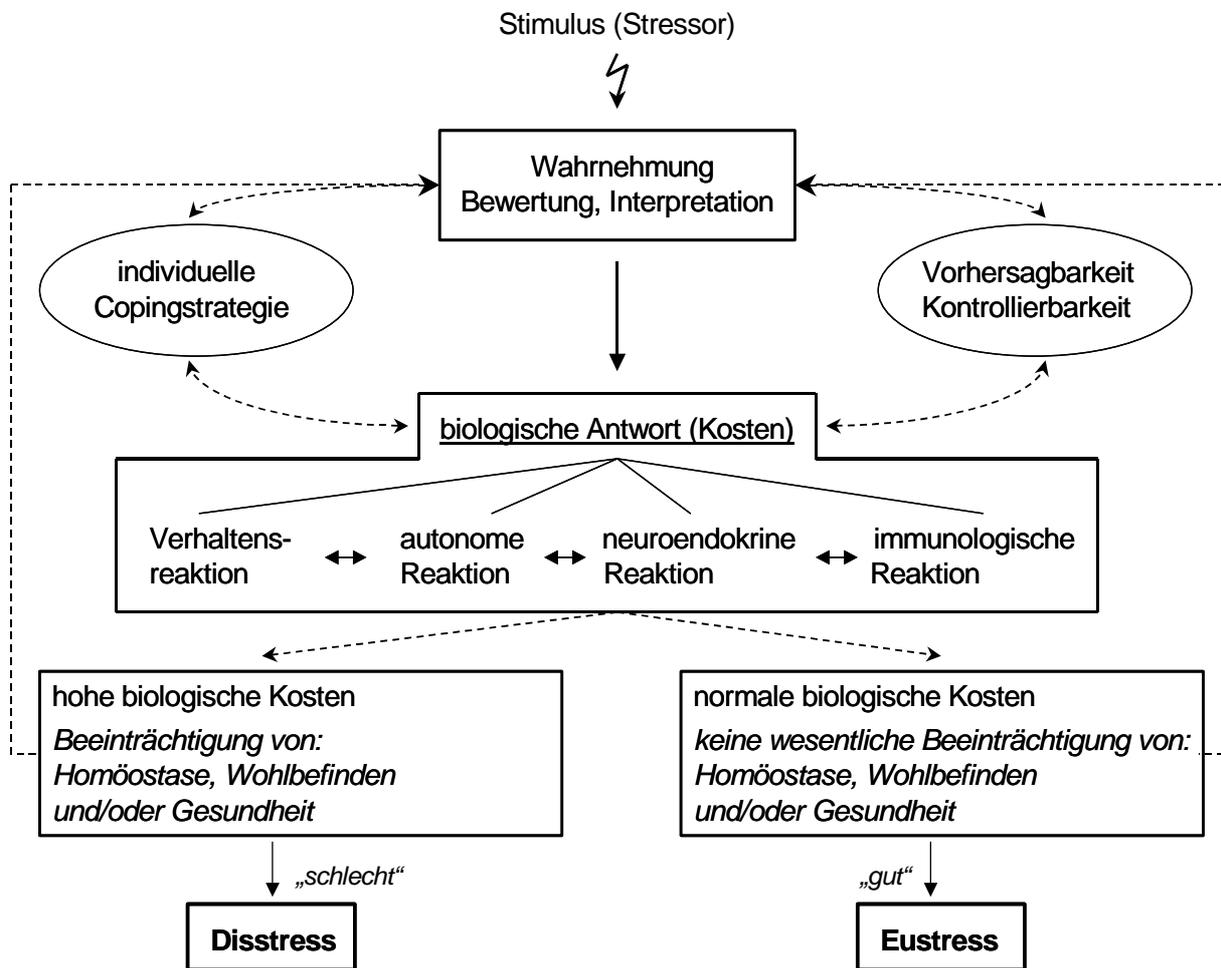


Abb.: Vereinfachtes schematisches Modell der biologischen Stressantwort eines Tieres in Relation zum Wohlbefinden. Weitere Erklärungen siehe Text (Simplified schematic model of the biological stress response of animals related to welfare. For further explanations see text)

Experimentelle Befunde beim Hausschwein

Stress, Wohlbefinden und Gesundheit beim Hausschwein sind eng verknüpft mit dessen Haltung und Management (EU-REPORT, 1997). Eine Vielzahl von Untersuchungen hat klar gezeigt, dass sozialer Stress signifikante immunmodulatorische Konsequenzen hat. So beeinträchtigt erhöhtes agonistisches Verhalten, wie es unter anderem beim Mischen sich unbekannter Schweine auftritt, das Wohlbefinden und die Immunkompetenz der Tiere (MORROW-TESCH et al., 1994) und macht sie anfälliger gegenüber viralen Vakzinen (DE GROOT et al., 2001). Auch das Absetzen der Ferkel verursacht deutliche Reaktionen des Immunsystems (PUPPE et al., 1997) und erhöht somit deren potentielle Krankheitsanfälligkeit (KANITZ et al., 2002). Entscheidender Punkt aber ist der Nachweis, dass verschiedene individuelle Muster der Stressbewältigung innerhalb einer Gruppe auch signifikant unterschiedliche Immunantworten nach sich ziehen. So haben subordinate Schweine unmittelbar nach den sozialen Rankämpfen zur Etablierung einer Dominanzhierarchie eine beeinträchtigte

Immunkompetenz (TUCHSCHERER et al., 1998) und eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit (HESSING et al., 1994) im Vergleich zu ihren dominanten Gruppenmitgliedern. Dies scheint sich zudem zu verstärken, je größer die Unfähigkeit der unterlegenen Tiere ist, die für sie stresshafte Situation vorherzusagen bzw. zu kontrollieren (TUCHSCHERER et al., 1998). Während die dominanten Schweine sich in einer eher eustressähnlichen Situation befinden, geraten die subordinaten Tiere in Gefahr, gesundheits- und wohlbefindlichkeitsbeeinträchtigenden Disstress zu erleiden. Erste experimentelle Ansätze über ein erfüllbares Lernparadigma die Ressource Eustress für alle Schweine einer Gruppe hinsichtlich der Verbesserung von Wohlbefinden, Gesundheit und Produktqualität zu nutzen, scheinen im Sinne der Zielstellung durchaus vielversprechend zu sein (ERNST et al., 2001; KÜCHENMEISTER et al., 2002).

Es lässt sich insgesamt ableiten, dass die hier dargestellten Befunde beim Hausschwein in genereller Übereinstimmung mit den postulierten theoretischen Zusammenhängen zwischen Stressbewältigung, Wohlbefinden und Gesundheit stehen.

Schlussfolgerungen

Stress und Wohlbefinden sind komplexe biologische Parameter und letztendlich das Ergebnis der Interaktion hochgradig vernetzter organismischer Subsysteme. Anhaltender Disstress hat negative Konsequenzen für das Wohlbefinden und die Gesundheit von Tieren. Dagegen scheint sich eine erfolgreiche Stressbewältigung (Eustress) überwiegend positiv sowohl auf das Wohlbefinden als möglicherweise auch auf die Gesundheit auszuwirken. Haltungssysteme und Management bei landwirtschaftlichen Nutztieren sollten daher so konzipiert sein, dass sie den Tieren letzteres ermöglichen.

Literatur

- BESEDOVSKY, H.O.; DEL REY, A.:
Immune-neuro-endocrine interactions: Facts and hypotheses. *Endocr. Rev.* **17** (1996), 64-102
- CLARK, J.D.; RAGER, D.R.; CALPIN, J.P.:
Animal well-being. II. Stress and distress. *Lab. Anim. Sci.* **47** (1997), 571-579
- DANTZER, R.:
Stress and immunity: What have we learned from psychoneuroimmunology? *Acta Physiol. Scand., Suppl.* **640** (1997), 43-46
- DE GROOT, J.; RUIS, M.A.W.; SCHOLTEN, J.W.; KOOLHAAS, J.M.; BOERSMA, W.J.A.:
Long-term effects of social stress on antiviral immunity in pigs. *Physiol. Behav.* **73** (2001), 145-158
- ERIKSEN, H.R.; OLFF, M.; MURISON, R.; URSIN, H.:
The time dimension in stress response: Relevance for survival and health. *Psychiatry Res.* **85** (1999), 39-50
- ERNST, K.; PUPPE, B.; MANTEUFFEL, G.:
Die Wirkung von Aufmerksamkeit, Erregung und Belohnung auf die Gesundheit und das Verhalten von Schweinen in Intensivhaltung. Vortragstagung DGfZ/GfT, 12./13. 09. 2001, D02
- EU-REPORT:
The welfare of intensively kept pigs. Report of the Scientific Veterinary Committee, 30. 07. 1997
- HENRY, J.P.; STEPHENS, P.M.:
Stress, Health, and the Social Environment. Springer-Verlag, New York, 1977
- HESSING, M.J.C.; SCHEEPENS, C.J.M.; SCHOUTEN, W.P.G.; TIELEN, M.J.M.; WIEPKEMA, P.R.:
Social rank and disease susceptibility in pigs. *Vet. Immunol. Immunopathol.* **43** (1994), 373-387
- KANITZ, E.; TUCHSCHERER, M.; TUCHSCHERER, A.; STABENOW, B.:
Neuroendocrine and immune responses to acute endotoxemia in suckling and weaned piglets. *Biol. Neonate* **81** (2002), 203-209
- KÜCHENMEISTER, U.; PUPPE, B.; ERNST, K., MANTEUFFEL, G.:
Effect of eustress on muscle and meat characteristics in pigs. *J. Muscle Res. Cell Motil.* **23** (2002), 23

- MANTEUFFEL, G.; PUPPE, B.:
Ist die Beurteilung der subjektiven Befindlichkeit von Tieren möglich? Eine kritische Analyse aus naturwissenschaftlicher Sicht. Arch. Tierz., Dummerstorf **40** (1997), 109-121
- MANTEUFFEL, G.; PUPPE, B.:
Animal well-being in husbandry and coping with stress: Introductory remarks. Arch. Tierz., Dummerstorf **43** (2000) Sonderheft, 140-143
- MOBERG, G.P.:
Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: MOBERG, G.P.; MENCH, J.A. (eds.): The Biology of Animal Stress. CAB International, Wallingford, 2000, pp. 1-21
- MORROW-TESCH, J.L.; McGLONE, J.J.; SALAK-JOHNSON, J.L.:
Heat and social stress effects on pig immune measures. J. Anim. Sci. **72** (1994), 2599-2609
- PUPPE, B.:
Wohlbefinden bei Nutztieren: Eine verhaltensbiologische Übersicht. Biol. Zbl. **115** (1996), 3-15
- PUPPE, B.; TUCHSCHERER, M.; TUCHSCHERER, A.:
The effect of housing conditions and social environment immediately after weaning on the agonistic behaviour, neutrophil/lymphocyte ratio, and the plasma glucose level in pigs. Livest. Prod. Sci. **48** (1997), 157-164
- SCHEDLOWSKI, M.; SCHMIDT, R.E.:
Stress und Immunsystem. Naturwissenschaften **83** (1996), 214-220
- TUCHSCHERER, M.; MANTEUFFEL, G.:
Die Wirkung von psychischem Stress auf das Immunsystem. Ein weiterer Grund für tiergerechte Haltung (Übersichtsreferat). Arch. Tierz., Dummerstorf **43** (2000), 547-560
- TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; KANITZ, E.:
Effects of social status after mixing on immune, metabolic, and endocrine responses in pigs. Physiol. Behav. **64** (1998), 353-360
- VON BORELL, E.:
Stress and coping in farm animals. Arch. Tierz., Dummerstorf **43** (2000) Sonderheft, 144-152
- VON HOLST, D.:
The concept of stress and its relevance for animal behavior. Adv. Study Behav. **27** (1998), 1-131
- WIEPKEMA, P.R.; KOOLHAAS, J.M.:
Stress and animal welfare. Anim. Welfare **2** (1993), 195-218
- ZULKIFLI, I.; SIEGEL, P.B.:
Is there a positive side to stress? World's Poultry Sci. J. **51**, March (1995), 63-76

Anschrift des Verfassers

Dr. rer. nat. BIRGER PUPPE

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

Forschungsbereich Verhaltensphysiologie

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

E-Mail: puppe@fhn-dummerstorf.de

GERHARD ANACKER

Hochleistung und Tiergesundheit bei Milchkühen

Summary

Title of the paper: **Animal health of cows with high milk performance**

The aim of this investigation was the disclosing of relation between animal health and high milk performance. The investigations base on data from a dairy cattle farm in Thuringia with 350 cows and nearly 11.000 kg milk per lactation. Characteristics are available for milk yield, animal health, udder health, metabolism, and microbiological quality of feed.

The increase of milk performance of cows is connected with a decrease of diseases. Related to the farm the number of medical treatments per cow rised. The costs for drugs and fees rised too. The farm tried to recover cow health with higher expends. The animal health is fundamental affected by metabolism of the cow.

Key Words: Dairy cows, milk performance, animal health

Zusammenfassung

Aufgabe der Milchproduktion ist es, Rohstoffe von und mit gesunden Tieren zu produzieren. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind alle leistungsbedingten Reserven zu nutzen, d. h. die Milchleistungen zu steigern. Mit dem vorliegenden Beitrag soll analysiert werden, ob steigende Milchleistungen die Tiergesundheit negativ beeinflussen. Grundlage der Untersuchungen bildet ein Referenzbetrieb mit 350 Kuhplätzen und einem Leistungsniveau von fast 11.000 kg Milch. Neben Ergebnissen aus der Milchleistungsprüfung in 1.789 Laktationen stehen 9.453 Einzelbehandlungen, 702 Stoffwechseluntersuchungen, 7.660 bakteriologische Einzelgemelksuntersuchungen sowie 147 mikrobiologische Futterqualitätsuntersuchungen aus den Jahren 1998 bis 2002 zur Verfügung.

Mit steigender Leistung der Einzeltiere verringerte sich der Anteil erkrankter Tiere. Gesamtbetrieblich gesehen stieg die Anzahl an Behandlungen je Kuh an. Damit verbunden ist ein Anstieg der Kosten für Medikamente und Tierarzthonorar. Daraus ist zu schlussfolgern, dass hohe Leistungen nicht unbedingt die Gesundheit des Einzeltieres verschlechtern, es werden aber höhere Aufwendungen getätigt, um die Gesundheit erkrankter Tiere wieder herzustellen. Entscheidend wird die Erkrankungsrate durch die Fütterung beeinflusst wie die Ergebnisse aus den Stoffwechseluntersuchungen beweisen.

Schlüsselwörter: Milchkühe, Hochleistung, Gesundheit

Einleitung

Der ständig zunehmende Preisdruck auf die Milcherzeuger zwingt diese zu einer intensiven Ausnutzung aller betriebswirtschaftlichen und leistungsbedingten Reserven. Dabei ist zu verhindern, dass Gewinne aus einer höheren Milchleistung durch deutlich steigende Aufwendungen für

- Reproduktion
- Gesunderhaltung
- Zusätzlichen Arbeitsaufwand bei erkrankten Tieren
- Qualitätseinbußen der erzeugten Produkte

verloren gehen.

Erklärtes Ziel muss es sein, Tiere für die Milcherzeugung zur Verfügung zu haben, die in der Gesamtleistung wirtschaftlich optimal sind. Letztere beinhaltet:

- Milchleistung
- Zuchtleistung
- Nutzungsdauer
- Gesundheitsmerkmale

Aus züchterischer Sicht besteht nach wie vor ein deutlich positiver genetischer Trend zu hohen Milchmengenleistungen. Dieser beträgt für die Bullen der Holstein Population ca. 80 bis 100 kg Milch je Jahr und für Kühe ca. 40 bis 60 kg pro Jahr. Bezüglich der Milchinhaltsstoffe ergibt sich ein leicht negativer Trend im Eiweißgehalt und ein deutlich negativer Trend im Fettgehalt.

Grenzen in der Zucht auf hohe Leistungen sind noch nicht erreicht, was aus betriebswirtschaftlicher Sicht wünschenswert ist. Die wohl entscheidendste Frage einer weiteren Leistungssteigerung ist, ob es zu unerwünschten Effekten bei anderen Merkmalen kommt, die:

- ökonomisch
- aus der Sicht des Tierschutzes
- aus der Sicht des Verbrauchers

relevant sind.

Zusammengefasst muss man folgende Frage stellen: Führt die einseitige Ausrichtung der Züchtung und des Managements auf maximale Milchleistung zu einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit, zu einer geringeren Nutzungsdauer und damit zu höheren Reproduktionsraten?

Literaturergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass es zwischen der Höhe der Milchleistung und dem Auftreten von Mastitiserkrankungen sowie anderen Produktionskrankheiten der Milchkühe unerwünschte genetische Beziehungen gibt. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss man jedoch beachten, dass die Erblichkeit der Gesundheitsmerkmale nahe Null liegt. Dies bedeutet einen entscheidenden Einfluss von Haltung und Management auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe.

Material und Methoden

Unter den oben genannten Aspekten wird durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft seit 1998 ein Modellprojekt "Produktions- und Qualitätssicherungssystem Milchproduktion" in einem Milchproduktionsbetrieb mit 350 Stallplätzen bearbeitet. Das Ziel besteht darin, mittels eines Kontrollsystems den Produktionsprozess an definierten Risikostellen zu überwachen und produktionsbeeinflussende Fehler zu vermeiden. Kontrollstellen sind:

- Monatliche bakteriologische Milchuntersuchungen von Einzeltieren
- Monatliche Stoffwechseluntersuchungen in Blut und Harn
- Zuchthygienische Untersuchungen
- Vierzehntägige Optimierung der Ration
- Monatliche mikrobiologische Untersuchung der Hauptfutterkomponenten
- Exakte Dokumentation aller tierärztlichen Behandlungen
- Monatliches Zusammenführen der zusätzlichen Untersuchungen mit den Ergebnissen der MLP

Insgesamt umfasst das ausgewertete Material (1998 bis 2002):

- 13.258 Einzelkontrollen aus 1.789 Laktationen
- 9.453 tierärztliche Behandlungen
- 702 Stoffwechseluntersuchungen

Die statistischen Auswertungen erfolgten unter Verwendung von SPSS 11.0.

Ergebnisse

Im Folgenden sollen einige Ergebnisse dargestellt werden, aus denen auf den Zusammenhang zwischen Leistungssteigerung und Tiergesundheit geschlossen werden kann. Mit einer mittleren Laktationsleistung von fast 11.000 kg Milch gehört der Betrieb zur Spitze Thüringens (Tab. 1).

Tabelle 1

Leistungsparameter des Versuchsbetriebes (Laktationsleistung nach Kalbejahr) (Records of cows per lactation and by calving year)

	1997	1998	1999	2000	2001
Anzahl	56	276	273	243	246
Milch kg	8.748	9.027	10.135	10.940	10.373
Fett %	3,92	3,88	3,83	3,78	3,99
Fett kg	339	347	385	411	410
Eiweiß %	3,22	3,25	3,24	3,25	3,31
Eiweiß kg	278	291	327	352	342
Kalberate		89,9	85,7	70,7	82,8
ZTZ		145	156	151	136
EKA	30,7	26,6	28,8	27,4	26,3
Zellzahl	142	167	188	227	232

Zwischen der Anzahl an tierärztlichen Behandlungen je Kuh und dem angestiegenen Leistungsniveau des Betriebes gibt es einen eindeutigen Zusammenhang wie Tabelle 2 zeigt.

Tabelle 2

Anzahl tierärztlicher Behandlungen nach Kalbejahrgang (Number of medical treatments per cow)

	1998	1999	2000	2001	2002
Milch kg	9.027	10.135	10.940	10.373	
Behandl./Kuh	3,2	4,8	7,5	6,0	4,9
davon wegen					
Nachgeburt-					
verhaltung in%	6,0	2,7	2,3	1,5	1,7
Fruchtbarkeit in %	37,8	29,2	32,0	29,9	39,9
Eutererkr. in%	26,7	38,3	35,3	33,5	28,7
Klauen/Gliedm.in%	5,1	5,1	8,1	7,0	2,4
Stoffwechsel in%	1,1	0,2	2,9	2,6	0,4
allgemein in%	5,6	10,0	6,8	12,8	6,3

Tabelle 3

Erkrankungshäufigkeit nach Kalbejahrgang und Laktation(in % der Abkalbungen) (Percentage of treated cows by calving year and number of record)

Kalbejahr	1.Laktation			> 1.Laktation		
	1.Beh.	2.Beh.	3.Beh.	1.Beh.	2.Beh.	3.Beh.
1998	54,5	17,3	2,7	57,3	23,9	9,4
1999	48,5	19,1	3,7	61,6	27,7	8,3
2000	54,8	24,8	8,3	62,7	29,4	12,3
2001	64,4	34,8	14,1	75,9	43,5	20,4
2002	45,8	21,7	10,0	61,4	33,2	13,0

Der Anteil behandelter Kühe bezogen auf die Abkalbungen steigt ebenfalls an. Besonders zeigt sich dies bei Kühen in höheren Laktationen (Tab. 3).

Parallel zum Behandlungsumfang steigen sowohl die Medikamenten- als auch die Honorarkosten an (Tab. 4). Sie liegen aber vergleichsweise noch niedrig (GRÄFE und ANACKER, 2002).

Tabelle 4

Tierärztliche Aufwendungen und Behandlungen je Kuh und Jahr (Wirtschaftsjahr 01.07. bis 30.06.) (Costs of medical treatments per cow and year)

	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Milch kg Markt	8.700	9.430	9.760	9.348
Bestand	341	329	342	331
Behandl./Kuh	4,9	5,8	7,2	5,9
Honorar DM	37,73	36,18	56,02	76,28
Medikam. DM	66,95	118,33	110,01	118,34
desamt/ Kuh DM	104,68	154,51	166,03	194,62
je kgMilch Pf	1,2	1,64	1,70	2,09

Mit steigender durchschnittlicher Laktationsleistung verringerte sich der Anteil erkrankter Tiere gering. Dies steht in scheinbarem Widerspruch zu den bisherigen Ergebnissen, ist aber verständlich, denn nur gesunde Tiere können solch hohe Leistungen erbringen (Tab. 5).

Tabelle 5

Anteil erkrankter Kühe in Abhängigkeit von der Höhe ihrer Laktationsleistung (in % von abgeschlossenen Laktationen) (Percentage of sick cows depending on lactation yield)

Milch kg	Anzahl	1.Erkrankung	2.Erkrankung	3.Erkrankung
unter 8.000	178	65,2	32,6	12,4
8.000-10.000	342	60,8	24,9	8,8
über 10.000	576	59,9	25,5	9,5

Betrachtet man die Einsatzleistung, so wird noch deutlicher, dass Tiere mit hohen Leistungen keine höhere Erkrankungsrate haben (Tab. 6).

Tabelle 6

Erkrankungsrate in Abhängigkeit von der Höhe der Einsatzleistung (in % der Laktationen) (Percentage of sick cows depending on first control yield)

	1.Laktation			ab 2.Laktation		
	<22 kg	22-38 kg	>38 kg	<28 kg	28-48 kg	>48 kg
Anzahl	75	481	102	145	715	118
Erkr.rate in %	78,7	51,8	51,0	82,9	62,2	62,7

Tabelle 7

Erkrankte Tiere außerhalb und im Toleranzbereich von Stoffwechselfparametern in verschiedenen Laktationsabschnitten (in %) (Percentage of sick cows outside and within tolerance limit of metabolism characteristics)

Parameter	Trockensteher		1. Lakt.woche		2. bis 8. Lakt.woche	
	außerh.	innerh.	außerh.	innerh.	außerh.	innerh.
Calcium	66,7	62,9	68,6	61,7	73,2	70,3
Phosphor	70,4	59,8	55,1	67,0	75,4	67,6
Magnesium	71,4	63,4	77,4	58,5	66,7	71,2
Hydroxybutters.	60,0	63,8	62,5	63,5	84,4	67,1
ASAT	70,7	60,9	61,1	64,4	73,7	66,1
pH Wert Harn	61,5	61,9	59,4	72,7	71,3	69,5

Der Anteil erkrankter Tiere wird wesentlich durch ihre Stoffwechsellage beeinflusst (Tab. 7). Besonders deutlich zeigt sich dies im Frischmelkerbereich für den Gehalt an Ketonkörpern und den Gehalt an ASAT.

Ausdruck für die Tiergesundheit in den Milchkuhbeständen ist auch die Abgangsrate. Den Zusammenhang zwischen der Höhe der Einsatzleistung und der Abgangsrate verdeutlicht die nachfolgende Übersicht (Tab. 8).

Tabelle 8

Abgangsraten nach Einsatzleistung in 1. und höheren Laktationen (Percentage of culled cows depending on first control performance)

Laktation	Milch kg	Verbleib	Zuchttierverk.	Verendung	Schlachtung
1. Lakt.	< 22	41,9	4,7	4,7	48,8
	22 bis 38	71,1	16,0	1,7	11,2
	>38	73,8	17,5	1,0	7,8
	gesamt	65,9	15,5	2,3	16,2
>1. Lakt.	<28	44,1	0,6	6,2	49,1
	28 bis 48	75,9	0,9	2,7	20,5
	>48	84,1	1,3	4,0	10,6
	gesamt	69,1	1,0	5,7	30,9
gesamt		67,8	6,6	4,4	21,2

Der Anteil an Verendungen ist besonders hoch bei Kühen mit niedrigen Einsatzleistungen. Auswertungen ergaben, dass die verendeten Kühe Stoffwechsellparameter (Ketonkörper, Leberenzymwerte) weit oberhalb der Toleranzbereiche aufwiesen. Die Verbleiberate bei den Kühen der höchsten Leistungsklasse ist erheblich über dem Mittel.

Diskussion

Das Ziel der durchgeführten Erhebungen bestand darin, zu analysieren, inwieweit hohe Milchleistungen die Tiergesundheit und Abgangsrate negativ beeinflussen. Gesamtbetrieblich gesehen nahmen mit der extremen Leistungssteigerung die Behandlungen je Kuh von 3,2 auf 7,5 zu. Der Anteil behandelter Kühe stieg in der 1. Laktation von 54,5 auf 64,4 % und in höheren Laktationen sogar von 57,3 auf 75,9 % an. Parallel dazu stieg der Medikamentenaufwand von 66,95 auf 118,34 DM und der Honoraraufwand von 37,73 auf 76,28 DM. Die Tierarztkosten insgesamt lagen mit 2,09 Pf je kg Milch noch in einem niedrigen Bereich, wie eigene Untersuchungen ergaben.

Mit steigender Laktationsleistung der Einzeltiere verringerte sich der Anteil erkrankter Kühe von 65,2 % bei unter 8.000 kg Milch auf 59,9 % bei über 10.000 kg Milch. Noch deutlicher war dieser Trend in den Einsatzleistungen. Lag die Einsatzleistung in der 1. Laktation unter 22 kg und in höheren Laktationen unter 28 kg so betrug die Erkrankungsrate 78,7 bzw. 82,9 %. Im Leistungsbereich von über 38 kg (1.Laktation) bzw. über 48 kg lag die Erkrankungsrate bei 51,0 bzw. 62,7 %. Einen wesentlichen Einfluss übte die Fütterung auf die Tiergesundheit aus. Lagen die Stoffwechselwerte in der 2. bis 8. Laktationswoche außerhalb des Toleranzbereiches, so war der Anteil erkrankter Tiere um bis zu 20 % höher. Insbesondere traf dies auf den Gehalt an Ketonkörpern und Leberenzymwerten zu. Der Einfluss des Leistungsniveaus in den Einsatzleistungen auf die Abgangsrate bestätigte die oben getroffene Aussage. So lag die Verbleiberate in der 1. Laktation bei 41,9 % (unter 22 kg) bzw. bei 73,8 % (über 38 kg). Höhere Laktationen erreichen Werte von 44,1 % (unter 28 kg) bzw. 84,1 % (über 48 kg).

Insgesamt ist einzuschätzen, dass hohe Milchleistungen bei den Milchkühen nicht zu einer Erhöhung der Erkrankungsrate führten. Es waren aber höhere Aufwendungen erforderlich, um die erkrankten Tiere wieder gesund zu bekommen, wie die gestiegenen Tierarztkosten bewiesen.

Literatur

ANACKER, G.:

Verbesserung der Tiergesundheit , Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer in den Milchkuhbeständen Thüringens. Abschlußbericht, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena , 2003

GRÄFE,E.; ANACKER, G.:

Tierarztkosten in der Milchviehhaltung. Abschlußbericht Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena 2002

Anschrift des Verfassers

Dr. habil. GERHARD ANACKER

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Abteilung Tierproduktion

Außenstelle Clausberg

D- 99819 Oberellen/OT Clausberg

HERMANN H. SWALVE

Neue Ansätze in der züchterischen Bearbeitung funktionaler Merkmale

Summary

Title of the paper: **New breeding approaches for functional traits**

Functional traits in animal breeding are defined as traits which reduce the costs on the input side and also may play a role for the marketability of the animal product as influenced by the acceptance of the consumer. The main functional traits are health, fertility, feet and leg traits and longevity as a 'natural index' combining those traits. Up to now, in most breeding programmes the main problem in the genetic improvement of functional traits is their poor recording and also most often a recording that is only distantly related to the physiological background. Hence, new approaches should aim for a more accurate, direct recording under the exploitation of new technologies and also make use of molecular approaches. As a consequence, these measurements hardly can be implemented in traditional field recording systems. Nucleus breeding schemes or adaptations thereof will be required.

Key Words: functional traits, longevity, recording systems, nucleus schemes

Zusammenfassung

In der Tierzucht sind funktionale Merkmale als Merkmale definiert, die die Kosten auf der Inputseite der Produktion senken und auch eine Rolle in der Vermarktbarkeit der tierischen Produkte spielen können, da diese von der Verbraucherakzeptanz abhängt. Die wichtigsten funktionalen Merkmale sind Gesundheit, Fruchtbarkeit, Fundament und die Langlebigkeit als 'natürlicher Index', der diese Merkmale zusammenfasst. Bis heute besteht in den meisten Zuchtprogrammen das Problem, dass funktionale Merkmale nur ungenügend erfasst werden und die Erfassung die physiologischen Gegebenheiten auch nur ungenügend widerspiegelt. Deshalb sollten neue Ansätze darauf abzielen, die nötigen Merkmale genauer und direkter zu erfassen, wobei neue technische Möglichkeiten und molekulargenetische Ansätze zu berücksichtigen sind. In der Konsequenz bedeutet dies, dass derartige Maßnahmen kaum in traditionelle Feldprüfungssysteme integrierbar sind. Stattdessen werden Nukleuszuchtssysteme bzw. Abwandlungen dieser Systeme nötig sein.

Schlüsselwörter: Funktionale Merkmale, Langlebigkeit, Prüfungssysteme, Nukleussysteme

Einleitung

In der Nutztierzucht hat sich nach der sehr erfolgreichen Verbesserung der Produktionsmerkmale ein Wandel vollzogen. Die züchterische Bearbeitung funktionaler Merkmale rückt immer mehr in den Vordergrund. Eine begriffliche Trennung der Merkmalskomplexe ist dabei nicht einfach. Produktionsmerkmale bezeichnen diejenigen Merkmale, die direkt das tierische Produkt betreffen. Beim Milchrind sind dies somit alle Merkmale der Milchleistung, bei fleischliefernden Tieren alle Merkmale der Mast- und Schlachtleistung. Folgt man der Definition von GROEN et al. (1997), so beinhaltet der Begriff funktionale Merkmale alle Merkmale, die zu Kosteneinsparungen auf der Input-Seite der Produktion führen, aber auch einen Einfluss auf die Ver-

marktbarkeit tierischer Produkte haben können, wenn beispielsweise Verbraucherwünsche hinsichtlich der Produktion tangiert werden.

In einem engeren Sinne wird der Begriff "Funktionale Merkmale" heute so gebraucht, dass häufig eine Einschränkung auf nur indirekt mit dem Produkt zusammenhängende, kostensparende Merkmale gemacht wird. Diese Einschränkung wird besonders deutlich, wenn die Merkmale in der Fleischproduktion (z.B. Schwein) betrachtet werden: Fruchtbarkeit und Futtermittelverwertung können zwar auch als kostensparende Merkmale betrachtet werden, haben aber einen sehr direkten Zusammenhang mit der Produktion, wobei die Fruchtbarkeit hinsichtlich der Produktion von Mastferkeln in Ferkelerzeugerbetrieben sogar eindeutig als Produktionsmerkmal eingestuft werden kann.

Hinsichtlich der beiden wichtigsten Nutztierarten Milchrind und Schwein ergibt sich damit eine unterschiedliche Betrachtung, welche Merkmale als funktionale Merkmale einzustufen sind. Beim Milchrind sind dies die Zuchtleistung (insbesondere Besamungserfolg, Kalbeverhalten und Kälberverluste), Merkmale der Gesundheit (insbesondere Mastitisanfälligkeit, Fundamentprobleme), die Melkbarkeit und die Nutzungsdauer, wobei letztere auch als „Bioindex“ der vorgenannten Merkmale interpretiert werden kann.

Beim Schwein sind für die Ferkelerzeugung und die Mast zunächst die Merkmale der Gesundheit zu nennen, die sich u.a. in Verlustraten und dem Aufwand zur Behandlung von Krankheiten ausdrücken. In der Ferkelerzeugung ist die Nutzungsdauer der Sauen ein entscheidendes kostensparendes Merkmal. Als wichtiges Einzelmerkmal bei Ebern und Sauen ist das Fundament zu nennen.

Im Folgenden soll wegen der erschwerten Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Nutztierspezies eine Konzentration auf funktionale Merkmale beim Milchrind erfolgen.

Die Bedeutung funktionaler Merkmale

Üblicherweise wird die Bedeutung eines Merkmals in der Nutztierzüchtung von betriebswirtschaftlichen Überlegungen abgeleitet, daneben finden sich auch Ansätze zur Berücksichtigung volkswirtschaftlicher und sogar gesellschaftspolitischer Aspekte. Betriebswirtschaftliche Ansätze umfassen dabei die Berechnung des Grenznutzens bei der Verbesserung eines Merkmals je Merkmalseinheit. Die Berechnung des Grenznutzens stößt hierbei schon ganz allgemein auf folgende Schwierigkeiten:

- **Planungshorizont und Zukunftsorientierung**
Für tierzüchterische Entscheidungen sind nicht heutige ökonomische Verhältnisse ausschlaggebend, sondern, aufgrund des z.B. beim Rind langen Generationsintervalls, zukünftige Preis- und Kostenrelationen. Diese sind u.U. schwer abschätzbar, weil zukünftige Marktentwicklungen in die Überlegungen eingehen müssen, wobei für die Tierproduktion (und die Agrarwirtschaft ganz allgemein) die zusätzliche Problematik besteht, dass zukünftige Marktentwicklungen auch von politischen Entscheidungen abhängen können. Mit der Länge des verwendeten Planungshorizontes wächst die Unsicherheit.
- **Durchschnittsorientierung und Annahme von Szenarien**
Ökonomische Kalkulationen, die von einzelbetrieblichen Situationen ausgehen, verlangen eine Annahme über eine gewisse durchschnittliche Situation, die für den überwiegenden Teil der Population zutreffen soll. In anderen einzelnen Betrieben kann die Situation mehr oder weniger stark von der angenommenen Situation ab-

weichen. Zur Berücksichtigung dieser und auch der vorgenannten Problematik wird in betriebswirtschaftlichen Kalkulationen häufig so vorgegangen, dass verschiedene Szenarien untersucht werden (z.B. MACK, 1996). Es steht dann im Ergebnis aber auch eine ganze Palette von Resultaten zur Verfügung, aus der der Tierzüchter dann auswählen muss.

Gerade bei funktionalen Merkmalen kommt erschwerend hinzu, dass die Relation zwischen biologischem Merkmal und einer Kosteneinsparung häufig nicht linear ist. Dies gilt z.B. für die Anfälligkeit gegen Krankheiten, wenn subklinische Bereiche auch in die Betrachtung mit einbezogen werden. Einerseits ist es biologisch und tierzüchterisch sehr wohl begründbar, weshalb subklinische Erscheinungen mit in die Betrachtung einbezogen werden sollten, andererseits ergibt sich die Schwierigkeit, dass erst klinische Symptome den Anfall von Kosten bedeuten. Physiologische Modelle, die auch eine derartige Schwellenwertsituation berücksichtigen können, müssen in einer solchen Situation mit ökonomischen Modellen verknüpft werden. Allgemein kann man von der Anwendung bio-ökonomischer Modelle sprechen. Schließlich erfordern gerade funktionale Merkmale (z.B. Gesundheit) häufig die Berücksichtigung von Verbraucherwünschen hinsichtlich der Produktion. Der Verbraucher wünscht zu Recht ein gesundes Produkt von einem gesunden Tier, wie aber ‚gesund‘ zu definieren ist, darüber lässt sich trefflich streiten.

GROEN (1996) resümiert deshalb, dass die Ableitung objektiver ökonomischer Gewichte für funktionale Merkmale eine große Herausforderung für den Tierzüchter darstellt, und dass diese Aufgabe nur interdisziplinär gelöst werden kann.

Bisherige Strategien und ihre Schwächen

In der Milchrinderzucht sind als wichtigste Komplexe funktionaler Merkmale die Fruchtbarkeit, Eutergesundheit und das Fundament zu nennen. Wie schon ausgeführt, kann die Langlebigkeit bzw. Nutzungsdauer als „Bioindex“ der vorgenannten Merkmale interpretiert werden. Die Bedeutung der drei genannten Komplexe lässt sich auch aus der Betrachtung der wichtigsten Abgangsgründe (z.B. VIT, 2001) ableiten. Für alle genannten Komplexe gilt aus züchterischer Sicht, dass die Erblichkeit der einzelnen Merkmale in einem sehr niedrigen Bereich liegt.

Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf

Aufgrund der sehr niedrigen genetischen Determinierung der Reproduktionsmerkmale im Vergleich zu den auf sie wirkenden Umwelteinflüssen können Probleme in der Fruchtbarkeit, auch bei ansteigender Leistung, in gut geführten Betrieben vermieden werden. Wie vielfach gezeigt worden ist, sind es gerade Betriebe mit hoher Leistung, die auch die besten Ergebnisse hinsichtlich der Fruchtbarkeit aufweisen. Dieser Sachverhalt wird auch von LUCY (2001) in einem Übersichtsartikel zur Frage der Reproduktionsleistung betont und wird ebenfalls in Zuchtversuchen (z.B. DUNKLEE et al., 1994) bestätigt. Trotz dieser Tatsache verbleibt züchterisch die Erkenntnis, dass Milchleistung und Fruchtbarkeit zueinander in antagonistischer Beziehung stehen (z.B. PRYCE et al., 1997).

Ein Hauptproblem hinsichtlich der züchterischen Bearbeitung der Merkmale des Reproduktionskomplexes ist die Erfassung der Merkmale. Daten aus der Milchleistungs-

prüfung sind mit den Daten des Besamungswesens zu verknüpfen, wobei gerade letztere durch eine Vielzahl von Faktoren mit Unsicherheiten behaftet sind. Die Unsicherheiten reichen dabei von der Angabe der exakten Zeitangaben (Datum) über die Nicht-Angabe mancher Besamungen gerade in Betrieben, die eine eigene Besamung des Bestandes durchführen bis hin zur Verwendung von Natursprungbullen als „Ausputzer“, wobei deren Einsatz u.U. nicht gemeldet wird. Auch die Erfassung des Kalbeverlaufs und der Totgeburten ist mit Problemen behaftet, da die verwendeten Schlüssel nur eine sehr grobe Einteilung zulassen.

Hinzu kommt allerdings, dass auch in denjenigen wissenschaftlichen Untersuchungen, in denen versucht wurde, durch eine sehr restriktive Editierung der Daten die Datenqualität zu verbessern, keine höheren Heritabilitäten geschätzt werden konnten. Ein Grund dafür ist wohl darin zu sehen, dass das Reproduktionsgeschehen biologisch eine Fülle von Einzelkomplexen berührt, die durch den Grundansatz einer einfachen und flächendeckenden Erfassung nur sehr grob erfasst werden können. Ein weiterer Grund für die relativ niedrigen Erblichkeitsgrade der Fruchtbarkeitsmerkmale bei landwirtschaftlichen Nutztieren ist wohl aber auch die Tatsache, dass historisch gesehen der Komplex der Reproduktion als einziger Komplex schon immer ganz automatisch „züchterisch bearbeitet“ worden ist und auch ein sehr hohes Niveau erreicht hat. Tiere mit Problemen in der Fruchtbarkeit haben schon immer einen reduzierten Beitrag an der Erstellung der nächsten Generation gehabt. Es gibt Anzeichen dafür, dass die Erblichkeit z.B. der Wurfgröße in Wildtierpopulationen deutlich höher ($> 0,40$) anzusetzen ist (AULCHENKO et al., 2002). Für die Nutztierzucht verbleibt also heute lediglich die Selektion von Tieren innerhalb der gegenüber dem „Ausgangsniveau“ sehr reduzierten genetischen Variation.

Eutergesundheit

Die Mastitis ist die bedeutendste Krankheit des Milchrindes. Nach ROGERS (2002) ist die ökonomische Bedeutung, bezogen auf eine genetische Standardabweichung, relativ zum Produkt Milch mit 1:4 anzusetzen. Es ist festzuhalten, dass die Eutergesundheit mit Ausnahme der skandinavischen Länder kaum direkt erfasst wird, erfasst wird lediglich das Hilfsmerkmal „Gehalt an somatischen Zellen“. Die Erblichkeit der Mastitisanfälligkeit wird mit ca. 0,05 und diejenige der Zellzahl mit ca. 0,10 angegeben. Die genetische Korrelation zwischen dem Zellgehalt und dem Auftreten von klinischer Mastitis liegt lediglich bei ca. 0,65. Auch mit dieser Korrelation lässt sich jedoch züchterisch arbeiten, wie PHILIPSSON et al. (1995) zeigen konnten. Bullen mit erwünschten Zuchtwerten in der Zellzahl hatten signifikant weniger Töchter mit Mastitiserkrankungen. Trotz dieser Tatsache bleibt der Zusammenhang zwischen Zellzahl und Mastitis jedoch ein komplexes Problem. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass unterschiedliche Erreger beteiligt sind und die Erkrankung auch zu unterschiedlichen Zeiten im Leben eines Tieres (Färse vor dem Kalben, Kuh) auftreten kann. Die Erreger der Mastitis lassen sich dabei grundsätzlich in die Gruppen der infektiösen Erreger (z.B. *Staph. aureus*) und der ubiquitär vorhandenen Erreger (z.B. *E. coli*) einteilen. Umfangreiche Untersuchungen zur Erregerspezifität klinischer Mastitis liegen mittlerweile von DE HAAS et al. (2002a, b, c) vor. DE HAAS et al. schätzen zunächst die Erblichkeit von Mastitis als 0,04 und je nach Erreger finden sich Heritabilitäten von 0,02 bis 0,10 (Koagulase-negative Streptokokken). Hohe genetische Korrelationen zur Zellzahl zeigen die *E. coli* bedingten Erkrankungen ($r_g = 0,63$), während

andere Pathogene teilweise deutlich niedrigere Korrelationen aufweisen. Auch die direkten Auswirkungen unterschiedlicher Erreger auf die Zellzahl sind sehr verschieden. Während *E. coli* zu kurzen Anstiegen der Zellzahl führt, ist die Zellzahl bei einer *Staph. aureus* Erkrankung meist dauerhaft erhöht. Die Bedeutung der Erregerspezifität wird auch durch umfangreiche Untersuchungen am Hallenser Tierzuchtinstitut (FAHR, 2002, pers. Mitteilung) unterlegt. Anhand bakteriologischer Untersuchungen von Milchproben konnte der Unterschied zwischen den Zellzahlen von Proben mit infektiösen Erregern immer gegenüber denen ohne bakteriologischen Befund abgesichert werden, während dies für den Vergleich "Umweltkeime" – "ohne Befund" nur für niedrige Laktationsnummern galt.

Fundament

Züchterische Anstrengungen zur Verbesserung des Fundaments basieren beim Milchrind nahezu ausschließlich auf der linearen Beschreibung von einzelnen Merkmalen. In der deutschen Holsteinzucht wurden herkömmlich lediglich die Merkmale Hinterbeinwinkelung (von der Seite) und Trachtenhöhe linear beschrieben. Seit einigen Jahren sind die Merkmale Sprunggelenksqualität und Hinterbeinstellung (von hinten) hinzugekommen. Gerade die Beschreibung der Trachtenhöhe verursacht jedoch Probleme, da die Voraussetzungen für eine genaue Inspektion bei Kühen, die z.B. extra mit gesäuberten Füßen auf einer ebenen Fläche präsentiert werden, im Normalfall nicht gegeben ist und auch nicht gefordert werden kann. Das Ergebnis sind nur sehr niedrige Heritabilitätsschätzwerte im Bereich von 0,08 bis 0,15. Als Ausweg bietet sich an, genaue Messungen der Rinderklaue, z.B. bei Jungbullen auf Aufzuchtstationen vor ihrem Einsatz in der künstlichen Besamung, durchzuführen. Nach DISTL (2000) lassen sich Messwerte erheben, die bedeutsame Heritabilitätsschätzwerte im Bereich von 0,20 bis 0,40 zeigen und somit auch in eine Zuchtwertschätzung integriert werden können. Nachteilig sind der hohe Aufwand bei derartigen Messungen und die Durchführung lediglich auf der Bullenseite der Selektionspfade.

Nutzungsdauer

Die Länge des produktiven Lebens einer Milchkuh ist mitentscheidend für den ökonomischen Erfolg der Milchproduktion auf landwirtschaftlichen Betrieben und gleichzeitig ein „Bioindex“, der ganz automatisch die funktionalen Merkmale des Milchrindes in sich vereinigt. Nach dem Konzept von DUCROCQ (1987) kann die Langlebigkeit einer Milchkuh als wahre Langlebigkeit (tatsächliche Lebensdauer) oder als funktionale Langlebigkeit (das Vermögen der Kuh, ungewollte Merzungen zu vermeiden) definiert werden. Letztere Definition spiegelt die Funktion als „Bioindex“ der funktionalen Merkmale wider. Erst seit ca. 10 Jahren sind mit dem Programm „Survival Kit“ Methoden verfügbar (DUCROCQ und SÖLKNER, 1994, 1996), die eine Lebensdaueranalyse an großen Datenbeständen aus der Nutztierhaltung erlauben, wobei nicht-lineare Modelle verwendet werden. Dabei können u.a. sich im Laufe der Zeit verändernde Einflussfaktoren auf die Langlebigkeit innerhalb einer Herde korrekt einbezogen werden. Auch das Problem der zensierten Daten, d.h. in diesem Fall derjenigen Kühe, die zum Auswertungszeitpunkt noch leben und damit kein exaktes Abgangsdatum aufweisen, kann mit diesen Methoden adäquat berücksichtigt werden. Auf der Basis der Ducrocq'schen Methoden und häufig auch direkt mit dem Programm

„Survival Kit“ wird in vielen Ländern der Welt, so auch in Deutschland, heute die Zuchtwertschätzung für Bullen für das Merkmal Nutzungsdauer durchgeführt. Das Problem der Vorausschätzung der Nutzungsdauer für ganz junge Bullen, für die gerade der erste Zuchtwert für Merkmale der Milchleistung vorliegt, kann aber auch mit der o.a. Methodik nicht völlig gelöst werden, da eben erst kaum Töchter abgegangen sind und somit nur sehr wenig nicht-zensierte Beobachtungen vorliegen. In jüngster Zeit wird das o.a. Verfahren deshalb in vielen Ländern (auch Deutschland) mit der Berücksichtigung von Hilfsmerkmalen (z.B. Zellzahl, Kalbeverlauf, funktionale Exterieurmerkmale) supplementiert. Trotz dieser Anstrengungen bestehen aber immer noch gewisse Schwächen, die sich z.B. in stark schwankenden Ergebnissen der Zuchtwertschätzung für einzelne Bullen dokumentieren.

Vorschläge für neuere Strategien

Klassische Strategien zur Verbesserung funktionaler Merkmale beruhen auf einfachen Leistungserfassungen in flächendeckenden Systemen. Wie schon dargestellt wurde, lassen sich damit auch Erfolge erzielen, insbesondere dann, wenn funktionale Merkmale ein deutliches Gewicht im Zuchtziel erhalten. Ein besonderes Beispiel hierfür ist die Gewichtung funktionaler Merkmale im Zuchtziel des Norwegischen Rotviehs (STEINE und SEHESTED, 1999); die relative Gewichtung von Milchleistung zu funktionalen Merkmalen beträgt 21 : 79. Aber auch in der Holsteinzucht ist das Gewicht der funktionalen Merkmale mittlerweile in vielen Ländern und auch in Deutschland auf 50 % angestiegen.

Aus den oben dargestellten Problemen bei der züchterischen Bearbeitung funktionaler Merkmale lassen sich aber weitere Schlüsse ziehen:

- Die Leistungserfassung sollte sich besser an den physiologischen Gegebenheiten orientieren.
- Neue Methoden der Leistungserfassung, basierend auf neueren technologischen Entwicklungen, sollten in Teilen der Population eingeführt werden.
- Molekulargenetische Methoden sollten quantitativ-genetische Methoden ergänzen.

Ein Beispiel für derartige neue Strategien ist die Erfassung der Reproduktionsleistung. Das Hauptproblem der Reproduktionsleistung der Milchkuh ist das natürlich auftretende Energiedefizit in der Peak-Phase der Laktation. Das Ausmaß dieses Energiedefizits kann dabei unterschiedlich ausgeprägt sein. In der Wirkung führt das Energiedefizit zu einer verstärkten Mobilisierung von Reserven (Fett). Dabei wird der Hormonhaushalt auch der für die Fruchtbarkeit wichtigen Hormone offensichtlich gestört. Ziel des Tierzüchters sollte es also sein, die Genotypen auszuwählen, die kein so ausgeprägtes Energiedefizit haben bzw. nicht so viele Reserven mobilisieren müssen, aber trotzdem hohe Milchleistungen aufweisen. Die Suche nach diesen Genotypen kann dabei über eine Bestimmung des BCS (body condition score) im bzw. nach dem Peak der Laktation oder über eine Feststellung des Beginns der Lutealaktivität (commencement of luteal activity, CLA) erfolgen (ROYAL et al., 2002). Sowohl BCS ($h^2 = 0,28$) als auch CLA ($h^2 = 0,16$) zeigen dabei nach ROYAL et al. ausreichend hohe Heritabilitäten und sind untereinander sehr eng korreliert. Die Beziehungen zwischen BCS und CLA einerseits zur Milchleistung andererseits sind allerdings antagonistisch (Genetische Korrelation $-0,4$ bis $-0,7$), es verbleibt jedoch ein züchterisch nutzbarer Spiel-

raum. Die Bestimmung des CLA könnte über eine kontinuierliche Bestimmung des Progesterongehaltes in der Milch zukünftig technologisch sogar im Durchfluss im Melkstand möglich sein. Derartige Daten wären dann einzelbetrieblich hervorragende Grundlagen für Managemententscheidungen (Besamung nach Progesteronspiegel) und gleichzeitig ließen sie sich züchterisch nutzen.

Züchterische Anstrengungen zur Verbesserung der Eutergesundheit sollten zukünftig die Erregerspezifität stärker beachten. Bakteriologische Daten aus Viertelgemelken könnten in bestimmten Betrieben erhoben werden und wertvolle Ergänzungen der flächendeckenden Zellzahlbestimmungen sein.

Große Hoffnungen hinsichtlich neuer Möglichkeiten zur Verbesserung funktionaler Merkmale liegen auf dem Gebiet der Molekularbiologie. Der Hauptgrund dafür ist, dass nach einer Identifikation beteiligter Gene selektiert werden kann, ohne aufwändige Leistungsprüfungen durchführen zu müssen. Zur Identifikation einzelner Gene, die allein oder als QTL funktionale Merkmale beeinflussen, sollte dabei das gesamte Methodenspektrum der Molekulargenetik angewendet werden. Auf der DNA-Ebene sind dies vornehmlich die Ansätze des "Whole-Genome-Scan" mit Mikrosatelliten oder SNPs sowie der Kandidatengenansatz, wobei zahlreiche Kandidaten im Sinne der komparativen Genetik aus der Humangenetik kommen werden. Supplementiert werden Ansätze der DNA-Ebene durch Expressionsstudien mit den Methoden des Differential Display, der RT-PCR und der Mikroarray-Technik. Gerade Expressionsstudien sind zur Identifikation einzelner Gene und zur Analyse des Wechselspiels zwischen Genen geeignet, da sie die Expression von Genen zu einem bestimmten Zeitpunkt unter bestimmten Bedingungen in einem spezifischen Gewebe erfassen können. Aufgrund dieser Spezifität können Expressionsstudien aber nicht allein Arbeiten auf der DNA-Ebene ersetzen. Eine weitere Ergänzung findet sich auf der Ebene des Proteoms, also der Gesamtheit der Proteine und ihre Interaktionen untereinander. Wichtig ist allerdings die Erkenntnis, dass bis zur Aufdeckung einer zur züchterischen Bearbeitung ausreichenden Zahl von Genen mit signifikanten Effekten, vermehrte Anstrengungen in der Merkmalerfassung erforderlich sind. Nur mit möglichst exakt festgestellten Phänotypwerten ist eine Absicherung des Effektes einzelner Gene auf bestimmte Eigenschaften möglich.

Schlussfolgerungen

Der hier vorgestellte Ansatz zur züchterischen Verbesserung funktionaler Merkmale umfasst als wesentliche Punkte die Ergänzung klassischer Methoden der Leistungserfassung um Messungen, die sich besser an den physiologischen Gegebenheiten orientieren, die Verwendung neuer Technologien der Leistungserfassung sowie die stärkere Einbeziehung molekulargenetischer Methoden. Es ist dabei offenbar, dass diese Vorschläge zuchtorganisatorisch nicht flächendeckend umzusetzen sein werden. Wie schon in der Geflügel- und Schweinezucht ist auch beim Rind ein Trend zum Rückzug der Zucht in Nukleusbereiche erkennbar. Zunächst bedeutet dies beim Milchrind den vermehrten Ausbau von genaueren Prüfungen für Teile der Population, insbesondere für Bullenmütter und für die Prüfung von Nachkommenschaften von Jungbullen in sog. Testherden. In diesen Teilbereichen wird sich dann auch die Erfassung von neuen Merkmalen, die zu einer vermehrten Anstrengung auf dem Gebiet der funktionalen Merkmale führt, integrieren lassen und auch bezahlbar sein.

Literatur

- AULCHENKO, Y.S.; ARAIPE, L.O.; D'ANDREA, P.S.; SHISKIN, A.A.; CERQUEIRA, R.; BORODIN, P.M.; AXENOVICH, T.I.:
Inheritance of litter size at birth in the Brazilian grass mouse (*Akodon cursor*, Sigmodontinae, Rodentia). *Genet. Res., Camb.* **80** (2002), 55-62
- DE HAAS, Y.; BARKEMA, H.W.; VEERKAMP, R.F.:
Genetic parameters of pathogen-specific incidence of clinical mastitis in dairy cows. *Animal Science* **74** (2002a), 233-242
- DE HAAS, Y.; BARKEMA, H.W.; VEERKAMP, R.F.:
The effect of pathogen-specific clinical mastitis on the lactation curve for somatic cell count. *Journal of Dairy Science* **85** (2002b), 1314-1323
- DE HAAS, Y.; BARKEMA, H.W.; SCHUKKEN, Y.H.; VEERKAMP, R.F.:
Genetic parameters for clinical mastitis and traits for somatic cell count based on its lactation curve. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, August 19-23, 2002c, Montpellier, France, Vol. 31, 171-174
- DISTL, O.:
Lameness. In: *Breeding for disease resistance in farm animals*. Hrsg.: R.F.E. AXFORD, S.C. BISHOP, F.W. NICHOLAS und J.W. OWEN. CABI International (2000), 397-411
- DUCROCQ, V.:
An analysis of length of productive life in dairy cattle. Ph. D. Diss. (1987), Cornell Univ., Ithaca, N.Y., USA.
- DUCROCQ, V.; SÖLKNER, J.:
"The Survival Kit V 2.0". A FORTRAN package for the analysis of survival data. *Proc. 5th World Congr. Gen. Appl. Livest. Prod.*, Vol. **22** (1994), 51-52
- DUCROCQ, V.; SÖLKNER, J.:
The Survival Kit V 2.0. User's manual, Mimeo, 1996, Internet: <http://www.boku.ac.at/nuwi/popgen>
- DUNKLEE, J.S.; FREEMAN, A.E.; KELLEY, D.H.:
Comparison of Holsteins selected for high and average milk production. 2. Health and reproductive response to selection for milk. *J. Dairy Sci.* **77** (1994), 3683-3690
- GROEN, A.F.:
Economic values of functional traits in dairy cattle. *Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle*. Gembloux, Belgien, 1996, 194-205
- GROEN, A.F.; STRANDBERG, E.; AUMANN, H.; SÖLKNER, H.; GENGLER, N.; DUCROCQ, V.P.:
Preface. *Proc. Proc. Intl. Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle; Health*. Uppsala, Schweden, 1997
- LUCY, M.C.:
Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *J. Dairy Sci.* **84** (2001), 1277-1293
- MACK, G.:
Wirtschaftlichkeit des züchterischen Fortschritts in Milchviehherden. Universität Hohenheim, Diss., 1996, Shaker Verlag, Aachen
- PHILIPSSON, J.; RAL, G.; BERGLUND, B.:
Somatic cell count as a selection criterion for mastitis resistance in dairy cattle. *Livestock Production Science* **41** (1995), 195-200
- PRYCE, J.E.; VEERKAMP, R.F.; THOMPSON, R.; HILL, W.G.; SIMM, G.:
Genetic aspects of common health disorders and measure of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. *Animal Science* **65** (1997), 353 - 360
- ROGERS, G.W.:
Aspects of milk composition, productive life and type traits in relation to mastitis and other diseases in dairy cattle. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, August 19-23, 2002, Montpellier, France, Vol. **31** (2002), 75-81
- ROYAL, M.D.; PRYCE, J.E.; WOOLLIAMS, J.A.; FLINT, A.P.F.:
The genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **85** (2002) 3071-3080
- STEINE, T.; SEHESTED, E.:
Twenty years' experience with simultaneous selection for production and functional traits in Norway. *Proc. Intl. Workshop on EU Concerted Action on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle (GIFT); Breeding goals and selection schemes*. Wageningen, Niederlande, 1999, 23-28

VIT (VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERPRODUKTION):
Jahresbericht, 2001

Anschrift des Verfassers

Univ. Prof. Dr. HERMANN H. SWALVE
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik
Adam-Kuckhoff-Str. 35
D-06108 Halle (Saale)

E-Mail: swalve@landw.uni-halle.de

KLAUS ENDER, ILSE FIEDLER und GERHARD DIETL

Muskelstrukturmerkmale für die Selektion beim Schwein

Summary

Title of the paper: **Muscle structure traits for the selection in pig**

In several pig races the practical breeding on meat cuts is accompanied with unfavourable effects on the meat quality. In spite of the selection against the MHS genotype the meat quality is not enough uniformly and not satisfactory. Muscle fibre traits as the main structural and functional components of muscle influence muscle growth and meat properties *post mortem*. In pigs from an active breeding population it was shown that fibre characteristics of the *Longissimus* muscle were enough heritable for using them as selection criteria ($h_2=0.20-0.30$). Genetic correlation coefficients between muscle fibre traits, muscle growth, and meat quality traits were calculated ($r_g=|0.10-0.74|$). Average fibre diameter, total fibre number, and frequency of giant fibres correlated positively with the meatiness, but the total fibre number was without negative effect on the meat quality. The calculation of the selection efficiency analysed by simulated selection showed higher success when the muscle fibre traits (total fibre number, fibre diameter, frequency of giant fibres) were included into the selection indices than without fibre traits. The distribution of the BLUP-breeding values for the pH_1 value of the *Longissimus* muscle showed a greater precision of the breeding values with muscle fibre traits than without them. The results indicate the possibility to use fibre traits as selection criteria for a better disposition of the meat quality in pig breeding.

Key Words: pig, muscle, muscle fibre, genetic correlation, selection, meat quality

Zusammenfassung

Trotz der zunehmenden Eliminierung von Trägern negativer Varianten des MHS-Gens ist bei einigen Schweinerassen die Fleischqualität uneinheitlich und teilweise mangelhaft, woraus sich die Forderung nach weiteren Selektionskriterien ergibt. Muskelfasermerkmale sind strukturelle und funktionelle Komponenten des Muskels, sie beeinflussen Muskel- und Fleischeigenschaften und sind daher potentielle Selektionsmerkmale für Fleischeigenschaften.

In Experimenten konnte gezeigt werden, dass Fasermerkmale des Kotelettmuskels beim Schwein (*m. longissimus*) heritabel sind ($h_2=0,20-0,30$) und genetische Beziehungen zum Muskelwachstum und zur Fleischqualität besitzen ($r_g=|0,10-0,74|$). Der Faserdurchmesser, die Fasergesamtanzahl und der Anteil an Riesenfasern korrelierten positiv mit dem Muskelfleischanteil und der Muskelfläche. Die Fasergesamtanzahl wirkte sich positiv auf den Dripverlust, den pH_1 - Wert und auf die Farbhelligkeit aus. Eine Analyse der züchterischen Effizienz von Fasermerkmalen, vorgenommen an Effekten einer simulierten Selektion, wies eine Verbesserung des Zuchtfortschrittes aus, wenn die Muskelfasergesamtanzahl positiv, der Faserdurchmesser und der Anteil Riesenfasern dagegen in der Selektion negativ berücksichtigt wurden. BLUP-Zuchtwertschätzungen mit und ohne Berücksichtigung von Fasermerkmalen zeigten an ihren Verteilungen deutliche Rangverschiebungen in Zuchtwerten für die Fleischqualität.

Schlüsselwörter: Schwein, Muskel, Muskelfaser, genetische Korrelation, Selektion, Fleischqualität

Einleitung

Die Schweinezucht war in den letzten Jahren zunehmend auf eine konsequente Durchsetzung des komplexen Leistungsprüf- und Selektionssystems gerichtet, welches sich auf das Niveau der Produktionsbestände positiv auswirkte. Im Jahre 2001 konnte ein durchschnittlicher Muskelfleischanteil von 55,5 % und eine Reproduktionsleistung

von 21,4 Ferkeln pro Sau und Jahr erreicht werden. Das Ziel besteht weiterhin in einer Leistungsverbesserung bei gleichzeitiger Akzeptanz der Zucht- und Produktionsverfahren sowie der Produktqualität durch den Verbraucher. Eine Möglichkeit, das erstgenannte Ziel effizienter zu verfolgen, bietet die zusätzliche Verwendung neuer Prüfkriterien, mit deren Hilfe Zuchttiere hoher Veranlagung hinsichtlich Konstitution, Muskelwachstum und Fleischqualität besser als bisher erkannt werden können und Fortschritte in der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung erwarten lassen. Ein Ansatz in dieser Richtung ist die Verwendung von Merkmalen der Muskelfaserstruktur. Untersuchungen an Schweinen verschiedener Rassen und deren Kreuzungen belegen, dass durch eine Muskelfaseranalyse das Muskelwachstum von Rassen charakterisiert werden kann, wobei gleichzeitig Differenzen in der Fleischqualität aufgezeigt werden können (FEWSON u.a., 1993; FEDDERN u.a., 1995; FIEDLER u.a., 2001a; MÜLLER u.a., 2002).

Im folgenden werden Ergebnisse einer populationsgenetischen Analyse von ausgewählten Merkmalen des Fleischansatzes, der Fleischqualität und der Muskelfaserstruktur dargestellt. Aufbauend auf Kenntnisse über phänotypische und genetische Beziehungen zwischen Muskelfaser-, Wachstums- und Fleischqualitätsmerkmalen beim Schwein (WEGNER und ENDER, 1990; LARZUL u.a., 1997a; FIEDLER u.a., 1999, 2001b) lag das Augenmerk der Untersuchung auf der Integration von Fasermerkmalen in die Zuchtwertschätzung und auf Veränderungen in Selektionserfolgen bei zusätzlicher Verwendung von Muskelstrukturmerkmalen in der Selektion.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 1205 Schweinen der Rassen Leicoma (n=284), Deutsches Edelschwein (n=264), Deutsche Landrasse (n=343), Duroc (n=171) und Piétrain (n=143) durchgeführt, die aus der Prüfstation Jürgenstorf des Hybridschweinezuchtverbandes Nord/Ost e.V. (HSZV) stammen. Schlachtkörperzusammensetzungen und Fleischqualitätsparameter wurden im Versuchsschlachthaus des FBN Dummerstorf nach der Richtlinie für Stationsprüfungen mit zusätzlicher Berücksichtigung des Dripverlustes bestimmt (KUHN u.a., 1993). Die Entnahme der Muskelproben für die Faseranalyse erfolgte 24 Std. *p. m.* aus dem *m. longissimus* in Höhe der 13./14. Rippe. An 400-500 Faserquerschnitten pro Tier wurden der Faserdurchmesser, der Anteil an Riesenfasern und (für die Berechnung der Fasergesamtanzahl) die Anzahl Fasern pro cm² ermittelt. Diese Merkmale wurden ausgewählt, da sie sich in Voruntersuchungen als aussagefähig und für Routineuntersuchungen besonders geeignet erwiesen. Für die mikroskopische Auswertung wurde das Bildanalyse-System QUANTIMET (Cambridge Instruments, Großbritannien) verwendet. Die Methode der Faserpräparation ist bei FIEDLER und BRANSCHIED (1998) beschrieben.

Die Daten zur Muskelstruktur und zur Fleischqualität der Tiere wurden in den Datensatz der routinemäßigen Zuchtwertschätzung des Hybridschweinezuchtverbandes Nord/Ost (Stand vom 29. 11. 2001) integriert, die für eine Zuchtwertschätzung erforderlichen Parameter geschätzt (VCE 4) und Zuchtwertschätzungen (PEST) mit und ohne Berücksichtigung von Muskelfasermerkmalen durchgeführt. Zur Analyse des Einflusses der Fasermerkmale wurden die Verteilungen der Zuchtwerte von drei Tiergruppen gebildet (alle Tiere, Herdbucheber und Eberväter).

An einem älteren Tiermaterial aus der Prüfstation Ruhlsdorf bei Potsdam wurden an 2.023 Tieren simulierte Selektionserfolge bei Selektion nach Fasermerkmalen nach dem bei DIETL und FIEDLER (2000) beschriebenen Modell berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Für das Muskelwachstum und die Fleischqualität relevante Fasermerkmale lassen sich im Querschnittspräparat durch eine Hämalaun-Eosin-Färbung darstellen und bildanalytisch bestimmen (Abb.1). Für die Anfärbung und Differenzierung der Fasertypen, die Kontraktions- und metabolischen Eigenschaften der Fasern repräsentieren, sind

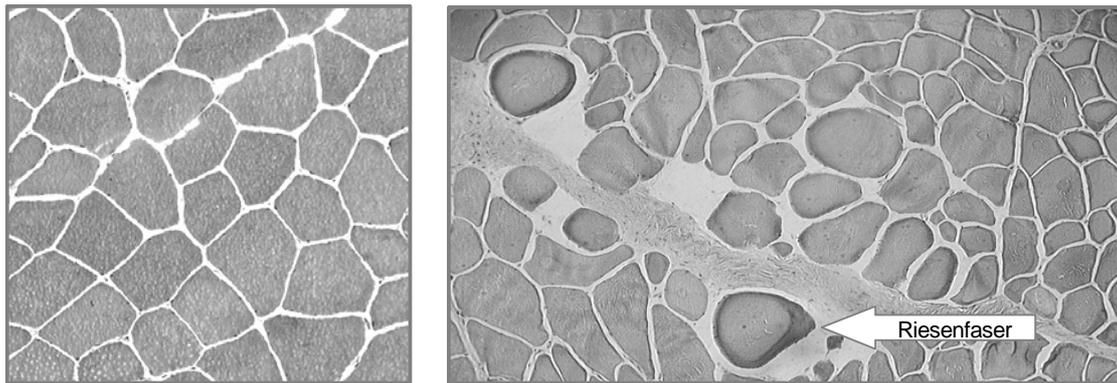


Abb. 1: Muskelfaserquerschnitte im Kotelettmuskel (*M. longissimus*). Vergrößerung: 200 x (Muscle fibre cross sections in *Longissimus* muscle. Magnification: 200 x)

histochemische Nachweisreaktionen notwendig, die in der vorliegenden Auswertung unberücksichtigt bleiben. In Tabelle 1 sind für die Merkmale Faserdurchmesser, Faseranzahl und Anteil Riesenfasern die genetischen Korrelationskoeffizienten zwischen diesen Merkmalen und den Schlachtkörpermerkmalen dargestellt. Alle drei Merkmale sind positiv mit dem Muskelfleischanteil und der Kotelettfäche korreliert. Damit ist jedoch eine negative Beziehung zur Fleischqualität verbunden, welche sich in den Werten für den Dripverlust und die Farbhelligkeit sowie in einer negativen Korrelation zum pH_1 -Wert zeigt. Bei der Fasergesamtanzahl zeigen die Korrelationskoeffizienten, dass Tiere mit einer hohen Fasergesamtanzahl einen hohen Fleischanteil im Schlachtkörper und eine große Muskelfläche aufweisen, die Fleischqualität jedoch nicht verschlechtert, sondern positiv beeinflusst ist. Die züchterische Bedeutung der Fasergesamtanzahl für Muskelwachstum und Fleischqualität wird auch von STICKLAND und HANDEL (1986), WICKE u.a. (1996) sowie von REHFELDT u.a. (1999) unterstrichen. Die Nutzung des Merkmals Fasergesamtanzahl in Kombination mit der Fasergröße bietet eine Möglichkeit, der negativen genetischen Beziehung zwischen Muskelfleischanteil und Fleischqualität züchterisch entgegen zu wirken. Für die genetischen Korrelationskoeffizienten zwischen Muskelfleischanteil und Fleischfarbe, Dripverlust und pH_1 -Wert werden Werte von $r_g=|0,10 \text{ bis } 0,42|$ angegeben, wobei rassenspezifische Unterschiede und ein Einfluss des MHS-Genotyps deutlich werden (LARZUL u.a., 1997b; KNAPP u.a., 1998).

Die Effekte einer simulierten Selektion nach einem Merkmal des Muskelwachstums bzw. nach einem Fleischqualitätsmerkmal (A, C) und bei Einsatz von Fasermerkmalen als Selektionskriterien (B, D) zeigt Tabelle 2. Eine direkte Selektion nach Muskelfläche führt zu einem Erfolg von $2,04 \text{ cm}^2$, jedoch sind gleichzeitig der Dripverlust und

die Farbhelligkeit erhöht. Der pH₁-Wert bleibt nahezu konstant. Wird ein Index aus Muskelfläche (+), Fasergesamtanzahl (+) und Anteil Riesenfaser (-) gebildet, so ist der Selektionserfolg in der Muskelfläche (1,14 cm²) mit einer geringfügigen Verschlechterung des Dripverlustes und einer Verbesserung der Farbhelligkeit verbunden. Mit einer „Ein-Merkmal-Selektion“ nach dem pH₁-Wert ist dieser um 0,13 Punkte erhöht, jedoch kein Erfolg in der Muskelfläche erreichbar. Bei Einbezug von drei Fasermerkmalen ist die Muskelfläche um 0,62 cm² vergrößert und in den Fleischqualitätsmerkmalen ergeben sich absolute Selektionserfolge im positiven Bereich. Die verwendeten Selektionsindizes stellen Fallbeispiele dar. Sie zeigen die Möglichkeit auf, durch Kombination der bereits praktizierten Selektionskriterien mit Fasermerkmalen Veränderungen des Fleischanteils und der Fleischqualität im Sinne eines entsprechenden Zuchtzieles zu erreichen. Weitergehende populationsgenetische Auswertungen betreffen die Schätzung von Selektionserfolgen bei Berücksichtigung verschiedener Selektionsszenarien und Zuchtziele (DIETL u.a., 2003).

Tabelle 1

Genetische Korrelationskoeffizienten (r_g) zwischen Muskelfasern, Wachstums- und Fleischqualitätsmerkmalen (Genetic correlation coefficients between fibre characteristics, muscle growth and meat quality traits)

	Muskel- fleischanteil	Muskelfläche <i>m. longissimus</i>	Dripverlust	Farbhelligkeit	pH ₁ -Wert
Faserdurchmesser	0,40	0,48	0,59	0,12	- 0,54
Fasergesamtanzahl	0,40	0,44	- 0,20	- 0,10	0,20
Anteil Riesenfaser	0,27	0,29	0,49	0,37	- 0,74

Tabelle 2

Effekte einer simulierten Selektion nach einem Merkmal des Muskelwachstums und einem Fleischqualitätsmerkmal A, C: Ohne Muskelstruktur; B, D: Selektionsindex mit Muskelstrukturmerkmalen (Effects of simulated selection for one trait of muscle growth and one trait of meat quality; A,C: Without muscle structure; B,D: Selection index with muscle structure)

Merkmal	Muskelfläche cm ²	absolute Selektionserfolge		
		Dripverlust %	Farbhelligkeit %	pH ₁ -Wert
A Muskelfläche↑	+ 2,04	+ 0,41	+ 0,58	- 0,02
B MFL↑ MFGA↑ RF↓	+ 1,14	+ 0,23	- 0,19	+ 0,01
C pH ₁ -Wert↑	- 0,17	- 0,56	- 0,30	+ 0,13
D pH ₁ -Wert↑ MFGA↑ RF↓ MFD↑	+ 0,62	- 0,43	- 0,82	+ 0,07

MFL Muskelfläche, MFGA Muskelfasergesamtanzahl, RF Anteil Riesenfaser, MFD Muskelfaserdurchmesser

pH₁ pH-Wert 45 min *post mortem*

Selektionsintensität: 10 %

Über die Veränderungen der Rangfolgen von Tieren bei einer Zuchtwertschätzung mit integrierten Fasermerkmalen geben die Verteilungen der Zuchtwerte von Zuchttieren, Herdbuchebnern und Ebervätern, die unterschiedlichen Selektionsprozeduren unterliegen, Auskunft (Abb. 2). Der Faserdurchmesser, die Fasergesamtanzahl und der Anteil an Riesenfaser wurden zusätzlich als Informationsmerkmale berücksichtigt und die geschätzten Zuchtwerte für das Merkmal pH₁-Wert im Kotelettmuskel abgebildet. Die Grafiken zeigen, dass sich in allen drei Gruppen veränderte Verteilungen der Zuchtwerte ergeben, die hauptsächlich durch eine höhere Genauigkeit über die Fasermerkmale verursacht sind.

Die Ergebnisse der simulierten Selektion unterstreichen die Befunde aus der Literatur über direkte und korrelierte Effekte in Selektionslinien mit hoher bzw. geringer Wachstumsrate (CAMERON u.a., 1997; BROCKS u.a., 1998). In einem Selektionsexperiment mit Schweinen zeigten sich im Ergebnis einer direkten Selektion nach Faserdurchmesser (+), Anteil weißer Fasern (-) und Kotelettfläche (+0,5) Veränderungen in der Stressempfindlichkeit und Fleischqualität nach vier Generationen (WICKE u.a., 1991).

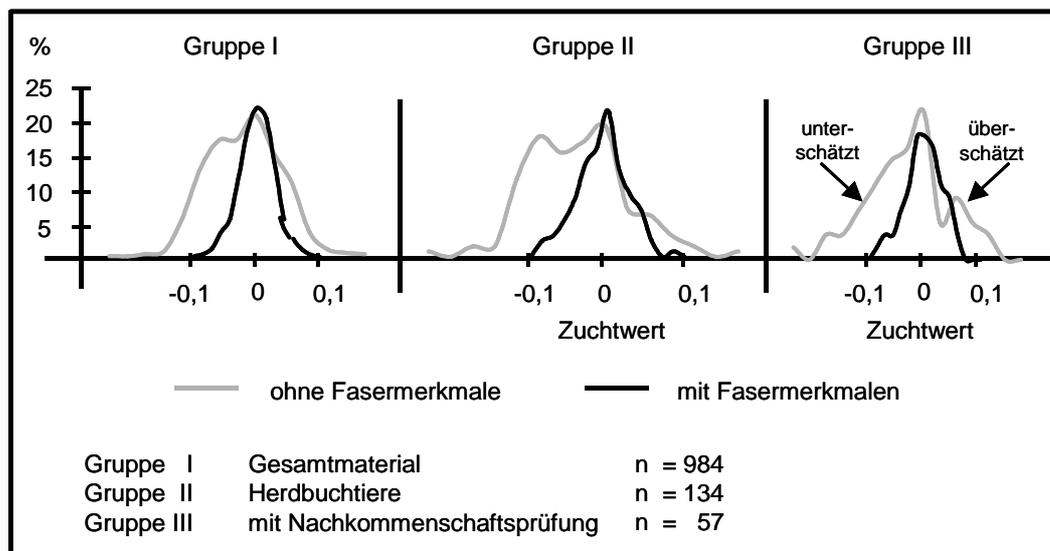


Abb. 2: Verteilung von BLUP – Zuchtwerten für das Fleischqualitätsmerkmal pH₁-Wert in drei Populationen (Distribution of BLUP breeding values for the meat quality trait pH₁ value in three populations)

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Fasermerkmale in Kombination mit den gegenwärtig verwendeten Selektionskriterien eine Erhöhung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung für die Fleischqualität beim Schwein ermöglichen.

Literatur

BROCKS, L.; HULSEGG, B.; MERKUS, G.:

Histochemical characteristics in relation to meat quality properties in the Longissimus Lumborum of fast and lean growing lines of Large White pigs. *Meat Sci.* **50** (1998)4, 411-420

CAMERON, N.D.; OKSBJERG, N.; HENCKEL, P.:

Muscle fibre characteristics of pigs selected for components of efficient lean growth rate. BSAS Winter Meeting, Scarborough (1997), 32-33

DIETL, G.; FIEDLER, I.:

Muskelstrukturmerkmale als Selektionskriterien beim Schwein. Proc. 78. Tag. Genet.-Statist. Ausschuss d. DGfZ, Grub (2000), 45-55

DIETL, G.; FIEDLER, I.; REHFELDT, C.:

Muscle fibre traits as selection criteria for pigs. *Anim. Sci.* (2003), submitted

FEDDERN, E.; WEGNER, J.; ENDER, K.; KALM, E.:

Untersuchung von Muskelstrukturmerkmalen bei Hampshire- Reinzuchtieren und verschiedenen Kreuzungskombinationen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **38** (1995)1, 43-56

FEWSON, D.; RATHFELDER, A.; MÜLLER, E.:

Untersuchungen über die Beziehungen von Fleischanteil, Fleischbeschaffenheit und Stressresistenz bei verschiedenen Schweineherkünften. *Züchtungskunde* **65** (1993)4, 284-296

FIEDLER, I.; BRANSCHIED, W.:

Histologische und histochemische Bestimmung des Skelettmuskeltgewebes. In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G.V.; TRÖGER, K.: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*. Deutscher Fachverlag Frankfurt (1998), 729-739

- FIEDLER, I.; ENDER, K.; WICKE, M.; MAAK, S.; LENGERKEN, G.v.; MEYER, W.:
Structural and functional characteristics of muscle fibres in pigs with different malignant hyperthermia susceptibility and different meat quality. *Meat Sci.* **53** (1999) 1, 9-15
- FIEDLER, I.; HARTUNG, M.; DIETL, G.; SCHEWE, H.:
Muskelstrukturanalyse liefert Aussagen zu Fleischansatz und Fleischqualität von Rassen. *SUS* **49** (2001a) 4, 35-36
- FIEDLER, I.; KUHN, G.; HARTUNG, M.; KÜCHENMEISTER, U.; NÜRNBERG, K.; REHFELDT, C.; HUBER, K.; KLOSOWSKA, D.:
Auswirkungen des Malignen Hyperthermie- Syndroms (MHS) auf Fleischqualität, Muskelfasereigenschaften und Stoffwechselkriterien des *M. longissimus* von Piétrain-Schweinen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **44** (2001b) 2, 203-217.
- KNAPP, P.; WILLAM, A.; SOLKNER, J.:
Genetic parameters for lean meat content and meat quality traits in different pig breeds. *Livest. Prod. Sci.* **52** (1998) 1, 69-73
- KUHN, G. ; FIEDLER, I.; KÜCHENMEISTER, U.; ENDER, K.:
Untersuchungen zum Nährwert und zur Fleischbeschaffenheit verschiedener Schweineherkünfte. *Fleischwirtsch.* **73** (1993) 10, 1180-1182
- LARZUL, C.; LEFAUCHEUR, L.; ECOLAN, P.; GOGUE, J.; TALMANT, A.; SELLIER, P.; LeROY, P.; MONIN, G.:
Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in large White pigs. *J. Anim. Sci.* **75** (1997a), 3126-3137
- LARZUL, C.; LeROY, P.; GUEBLEZ, R.; TALMANT, A.; MONIN, G.:
Effect of halothane genotype (NN, Nn,nn) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *J. Anim. Breed. Genet.* **114** (1997b), 309-320
- MÜLLER, E.; RUTTEN, M.; MOSER, G.R.; BARTENSCHLAGER, H.; GELDERMANN, H.:
Fibre structure and metabolites in *M. longissimus dorsi* of Wild Boar, Piétrain and Meishan pigs as well as their crossbred generations. *J. Anim. Breed. Genet.* **119** (2002), 125-137.
- REHFELDT, C.; BÜNGER, L.; DIETL, G.; FIEDLER, I.; WEGNER, J.:
Zur Erbllichkeit von Muskelstrukturmerkmalen und ihren genetisch begründeten Beziehungen zu Wachstum und Belastbarkeit bei Labormäusen. *Arch. Tierz., Berlin* **31** (1988) 2, 185-195
- REHFELDT, C.; STICKLAND, N.C.; FIEDLER, I.; WEGNER, J.:
Environmental and genetic factors as sources of variation in skeletal muscle fibre number. *Basic Appl. Myol.* **9** (1999) 5, 235-253
- STICKLAND, N.C.; HANDEL, S.E.:
The numbers and types of muscle fibres in large and small breeds of pigs. *J. Anat.* **147** (1986), 181-189
- WEGNER, J.; ENDER, K.:
Mikrostrukturelle Grundlagen des Wachstums von Muskel- und Fettgewebe und die Beziehung zu Fleischansatz und Fleischbeschaffenheit. *Fleischwirtsch.* **70** (1990) 3, 337-340
- WICKE, M.; LENGERKEN, G.v.; FIEDLER, I.; ALTMANN, M.; ENDER, K.:
Einfluss der Selektion nach Merkmalen der Muskelstruktur des *M. longissimus* auf Belastungsempfindlichkeit und Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtsch.* **71** (1991) 4, 437-442
- WICKE, M.; MAAK, S.; GIESEL, M.; FIEDLER, I.; LENGERKEN, G.v. :
Assessment of the total muscle fibre number of the *M. Longissimus* in live pigs and its relationships to meat quality. *J. Muscle Res. Cell Motility* **51** (1996), 348

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Dr. h. c. KLAUS ENDER¹, Dr. ILSE FIEDLER¹, Dr. habil. GERHARD DIETL²

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

¹ Forschungsbereich Muskelbiologie und Wachstum

² Forschungsbereich Genetik und Biometrie

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

WOLFGANG ZUPP

Durch Kreuzung zu marktgerechten Schlachtlämmern

Summary

Title of the paper: **Realise slaughter lambs for the market by cross breeding**

Lamb is the main product of sheep husbandry. Current problems concerning breeding of sheep and lamb production are a result of changing market requirements, economic framework set by agricultural policies, and new breeding methods. Commercial crossbreeding can help to satisfy market demands in special situations. A combination of pure breeding with commercial crossbreeding seems to be the most efficient strategy. The aim of the present study was to find the best meat sheep breeds for commercial crossbreeding with ewes of the breed German Blackface (SKF). At the analysis 5 genotypes were included (Texel x SKF, Ile de France x SKF, German Whiteface x SKF, German Blueface x SKF, Suffolk x SKF). Reference group was the German Blackface.

Key Words: Sheep breeds, commercial crossbreeding, genotypes, performance

Zusammenfassung

Lammfleisch ist das Hauptprodukt der Schafhaltung. Die Probleme der Schafzucht und Lammfleischproduktion resultieren aus den veränderten Marktanforderungen, agrarpolitischen Rahmenbedingungen und neuen Zuchtverfahren. Gebrauchskreuzungen können in speziellen Situationen helfen, Marktansprüche zu erfüllen. Reinzucht und Gebrauchskreuzung zu kombinieren, dürfte die beste Strategie sein. Ziel der vorliegenden Untersuchung war, die besten Fleischrassen für die Gebrauchskreuzung mit Mutterschafen der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf (SKF) zu finden. 5 Genotypen (Texel x SKF, Ile de France x SKF, Weiß- sowie Blauköpfiges Fleischschaf x SKF, Suffolk x SKF) konnten in die Untersuchungen einbezogen werden. Die Vergleichsgruppe war das SKF.

Schlüsselwörter: Schafrassen, Gebrauchskreuzung, Genotypen, Leistungsprüfung

Einleitung - Ausgangssituation

In der Geschichte der deutschen Schafzucht und -haltung gibt es mehrere Beispiele für die Umstellung von Produktionsrichtungen und Zuchtzielen. Diese wurden von Fleisch auf Wolle und auch umgekehrt von Wolle auf Fleisch vorgenommen. Das waren in der Regel Prozesse, die sich über Jahre hinzogen.

Als beispiellos kann man daher die Auswirkungen der Wiedervereinigung Deutschlands auf die ostdeutsche Schafhaltung bezeichnen. Während in den Ländern der EU die Mastlammerzeugung im Mittelpunkt stand, sind in der DDR je Schaf internationale Spitzenleistungen bei Wolle erzielt worden. Gewissermaßen über Nacht wurden von den Wollproduzenten nun Mastlämmer bester Qualität gefordert, und die Wolle war zum lästigen Anhängsel der Schafe geworden. Eine stärkere Orientierung der Schafhaltung auf Grünlandnutzung und Landschaftspflege komplizierte zusätzlich die Haltings- und Fütterungsbedingungen.

Die Abschaffung von 1,8 Mio. Schafen in Ostdeutschland innerhalb von nur 2 Jahren war der eine Weg zur Lösung der entstandenen Probleme. Der bessere war, sich schnell mit Hilfe der Zucht auf andere Produktionsverfahren umzustellen. In solchen

Situationen, wo Tiere an neue Haltungsbedingungen und Marktanforderungen angepasst werden müssen, gewinnt von den Zuchtverfahren die Kreuzung besondere Bedeutung (WASSMUTH, 1994; PETERS, 2000).

Die züchterischen Bestrebungen auf dem Wege zum Qualitätslamm lassen sich für Mecklenburg-Vorpommern und auch die anderen ostdeutschen Bundesländer in 3 Phasen bzw. Kreuzungsperioden einteilen.

Die 1. Phase war gekennzeichnet und ganz besonders beeinflusst

- durch die schon genannten politischen und wirtschaftlichen Veränderungen,
- durch den Wegfall des Zentralen Zuchtprogramms, mit dem bis dahin festgelegt war, wie und was mit den vorhandenen wenigen Wirtschaftsrassen zu geschehen hatte und
- durch die plötzliche Verfügbarkeit vieler Rassen und die damit verbundene starke Ausweitung des Rassenspektrums.

Diese erste Phase der Kreuzung verlief in der Praxis etwas "ungeordnet". Es wurden die vielen neuen Angebote an Rassen ausprobiert, es wurde selbst entschieden und gesucht. So entstand ein ziemliches Sammelsurium an Genotypen. Das war keine gute Basis für die Reproduktion und die Bereitstellung ausgeglichener Partien an Schlachtlämmern. Diese Phase war kurz und richtete keinen großen Schaden an, da man sich bald auf die eigenen Erfahrungen mit der Gebrauchskreuzung besann und nur noch Vatertiere leistungsfähiger Fleischschafrassen einsetzte. In Mecklenburg-Vorpommern gab es den unschätzbaren Vorteil, dass sich auf seinem Territorium das ehemalige Zuchtzentrum für Fleischschafe der DDR befand. Hier waren leistungsfähige Zuchtherden der Rassen Schwarzköpfiges Fleischschaf, Suffolk und Ile de France sowie aus der Kreuzung verschiedener Fleischschafrassen vorhanden.

Die 2. Kreuzungsperiode war durch folgende Aktivitäten und Fakten geprägt:

In den Zuchtherden wurde bei Fleischschafen versucht, über die Reinzucht (Rassenzucht) durch Zuführung leistungsfähiger Vatertiere aus anderen Zuchtgebieten die Mast- und Schlachtleistung zu verbessern.

Ähnlich wie bei den Fleischschafen wurde in den Merinozuchtherden verfahren. Durch die fast gegensätzliche Ausrichtung der Zuchtziele der Merinopopulationen in Ost und West ist es hier aber angebracht, von einer Veredlungskreuzung zu sprechen.

In den Mastlamm-Produktionsherden erfolgten bereits im großen Umfang Gebrauchskreuzungen von Fleischschafböcken mit den zahlenmäßig noch immer dominierenden Merino-Mutterschafen. Traditionell wurden im Norden vorrangig Böcke der Rassen Schwarzköpfiges Fleischschaf und Suffolk eingesetzt. Es sind aber auch weitere "Vaterrassen" auf ihre Eignung für die Gebrauchskreuzung geprüft worden. Die in Abbildung 1 zusammengefassten Ergebnisse unterstreichen deutlich den Effekt der damaligen Gebrauchskreuzung Fleischschaf x Merino (ZUPP und GRUMBACH, 1996).

Die hervorragenden Ergebnisse der Schwarzköpfigen Fleischschafe und auch Suffolk, die Verfügbarkeit dieser Rassen und ihre gute Eignung für die veränderten Haltungsbedingungen waren der Ausgangspunkt dafür, dass die Gebrauchskreuzung in eine umfassende Verdrängungskreuzung von den Merinorassen zu den "Schwarzköpfen" überging. In einzelnen Herden erfolgte die Verdrängungskreuzung auch mit anderen Fleischschafrassen. Schon 1997 gab es in Mecklenburg-Vorpommern keine nennenswerten Merinobestände mehr (ANONYMUS, 1997).

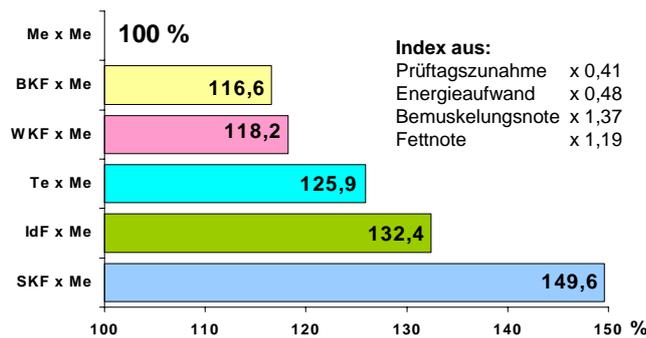


Abb. 1: Ergebnisse der Gebrauchskreuzung von Böcken verschiedener Fleischschafressen x Merino-Mutterschafe (Results of commercial crossbreeding of rams of different meat sheep breeds x ewes of German Merino sheep breeds)

So setzt sich der Mutterschafbestand derzeitig aus Fleischschafen und Kreuzungsmutterschafen mit einem hohen Fleischschafgenanteil zusammen. Zunehmend dominieren den Bestand "Schwarzköpfe", zu denen sowohl Nachkommen aus dem Einsatz von Schwarzköpfigen Fleischschafen als auch von Böcken der Rasse Suffolk gezählt werden.

Damit ist die 3. und somit aktuelle Phase der Kreuzungszucht bei Schafen zur Verbesserung des Schlachtwertes der Mastlämmer erreicht. Sie ist geprägt durch den weitgehenden Abschluss der Verdrängungskreuzung. Bereits die Mutterschafe bieten also eine gute Grundlage, Mastlämmer mit den vom Markt geforderten Qualitäten zu liefern. Diese Situation ist neu und es ergab sich die Frage: "Ist eine Gebrauchskreuzung noch aktuell, da die Differenzen im Leistungsvermögen der profilbestimmenden Wirtschaftsrassen erheblich geringer geworden sind?" Und wenn ja, welche Vatterassen bzw. Genotypen sind zur Qualitätsverbesserung geeignet? Dem wurde im Rahmen von Genotypenprüfungen nachgegangen.

Genotypenprüfung – Ziel, Tiermaterial, Methoden

Ziel war die Verbesserung des Schlachtwertes der Mastlämmer, insbesondere in Bezug auf die Verfettung und die Konformation des Schlachtkörpers.

So wurden die Vatterassen für die Kreuzungsexperimente nach 2 Kriterien ausgewählt.

1. sollten sie gut bemuskelt und für Schlachtkörper mit weniger Fett bekannt sein, um den Schwächen der SKF entgegenzuwirken und
2. müssen sie für die Mastlammproduzenten im Lande ausreichend und günstig verfügbar sein.

Aus Abbildung 2 gehen die Vatterassen hervor, die auf ihre Kreuzungseignung mit dem Schwarzköpfigen Fleischschaf geprüft worden sind.

Tabelle 1 sind Angaben zum einbezogenen Tiermaterial zu entnehmen.

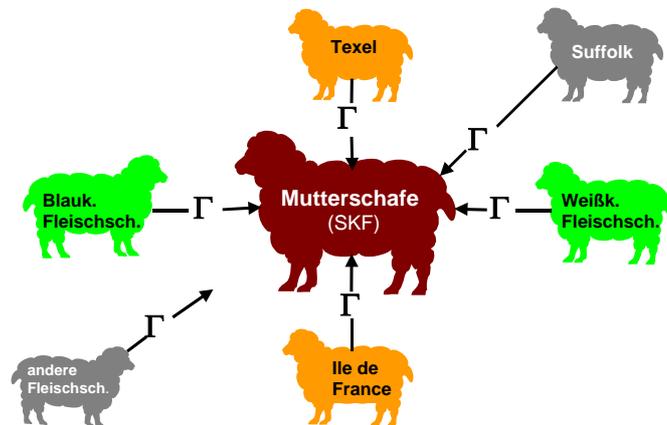


Abb. 2: Gebrauchskreuzung von Böcken verschiedener Fleischrassen x Mutterschafe der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf (SKF) (Commercial crossbreeding of rams of different meat sheep breeds x ewes of the breed German Blackface)

Tabelle 1

Anzahl und Genotyp der untersuchten Tiere (Number and genotype of animals)

Vaterrasse	Mutterrasse	Prüfgruppen	Prüftiere	
			männlich	weiblich
		n	n	n
Schwarzk. Fleischschaf (SKF)	x SKF	11	90	10
Texel (Te)	x SKF	10	74	27
Ile de France (IdF)	x SKF	9	80	11
Weißk. Fleischschaf (WKF)	x SKF	4	23	10
Blauk. Fleischschaf (BKF)	x SKF	2	20	10
Suffolk (Su)	x SKF	1	8	9

Die Prüfung der Kreuzungstiere erfolgte unter standardisierten Bedingungen der Mastprüfanstalt Laage nach der Richtlinie "Stationsprüfung Schafe". Zum Schlachtkörperwert und zur Fleisch- und Fettqualität sind darüber hinaus Untersuchungen im FBN Dummerstorf, FB Muskelbiologie und Wachstum, durchgeführt worden.

Als Vergleichsmaßstab wurden zeitgleich in der MPA geprüfte Nachkommen der Rasse SKF herangezogen.

Ergebnisse

Eine detaillierte Darstellung der umfangreichen, bisher vorliegenden Ergebnisse ist im vorgegebenen Rahmen nicht möglich. Um trotzdem praxisbezogene Aussagen treffen zu können, sind die wichtigsten Kennwerte der Lämmermast

- der Zuwachs,
- der Futteraufwand je kg Zuwachs,
- die Verfettung und
- die Bemuskulung des Schlachtkörpers

mit Hilfe von 2 Indices zusammengefasst und gewichtet worden.

Für die Rangierung der Kreuzungsgruppen wurde als Index 1 jener verwendet, der bei Schafen im Rahmen der Nachkommenprüfung (Station) zur Bewertung der Zuchtböcke vorgeschrieben ist. Damit wird eine

- sehr gute Annäherung an die züchterische Praxis,

- eine gute Vergleichbarkeit und
- eine für die Schäfer hohe Aussagekraft erreicht.

Während bei der Nachkommenprüfung die Nachkommen-Leistung des geprüften Einzelbockes bei gleitendem Maßstab innerhalb der Rasse relativiert wird, wurden bei der Genotypenprüfung stets die Leistungen der gesamten Kreuzungsgruppe auf die der zeitgleich geprüften Lammböcke der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf bezogen ($SKF \times SKF = 100\%$).

Ein Beispiel für die Ermittlung des Index 1 ist in Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 2
Berechnung Index 1 (Beispiel) (Calculation index 1/example)

Kennwerte	SKF x SKF		Te x SKF		Wichtungs- faktor	Index %
	absolut	%	absolut	% Abw.		
Prüftagszunahme	439 g	100	408 g	- 7,1	0,41	- 2,9
Futtermverwertung	36,0 MJME	100	34,7 MJME	+ 3,5	0,48	+ 1,7
Bemuskelungsnote	7,0	100	7,3	+ 4,3	1,37	+ 5,9
Verfettungsnote	5,60	100	6,44	+15,0	1,19	+17,8
Gesamtindex %		100				122,5

Durch die Wichtung der einzelnen Leistungen ist dieser Index stark zucht-, qualitäts- und zukunftsorientiert und brachte die in Abbildung 3 gezeigten Ergebnisse.

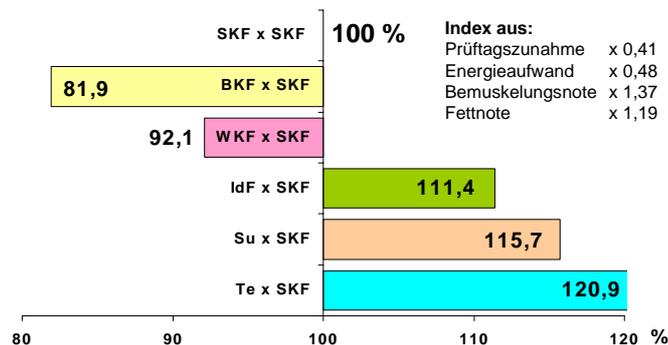


Abb. 3: Rangierung der Genotypen (Index 1) (Ranking of genotypes – index 1)

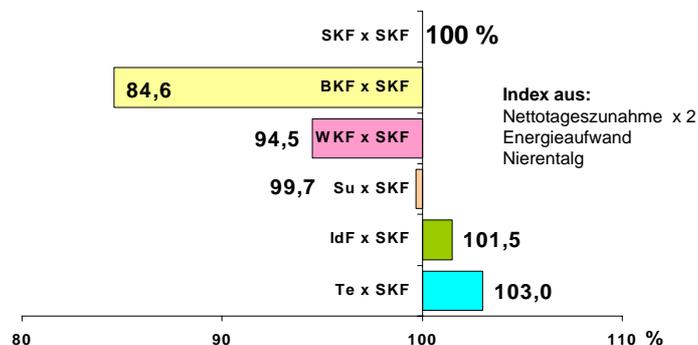


Abb. 4: Rangierung der Genotypen (Index 2) (Ranking of genotypes – index 2)

Da Mastlamm-Produktionsherden ihre Lämmer aber noch immer fast ausschließlich lebend vermarkten, wurden die Ergebnisse der Genotypenprüfung zusätzlich mit einem stark wachstums- und damit erzeugerorientierten Index 2 gewertet. Die in diesem Index einbezogenen Leistungen sind durch den Autor festgelegt worden. Vergleichsmaßstab (100 %) sind wieder die zeitgleich geprüften Lammböcke der Rasse SKF.

Wertung der Ergebnisse

Mit Hilfe von Reinzucht, Veredlungs- und Verdrängungskreuzung ist in den letzten 10 Jahren in Ostdeutschland der Mutterschafbestand bei den Wirtschaftsrassen auf die Produktionsrichtung Mastlammerzeugung umgestellt worden. Damit wurde die Wettbewerbsfähigkeit der Schafhaltungen verbessert. In Mecklenburg-Vorpommern gibt es jetzt in den Mastlamm-Produktionsherden vorrangig Schwarzköpfige Fleischschafe und deren Kreuzungen sowie auch Kreuzungsmutterschafe unter Beteiligung anderer profilbestimmender Rassen.

Die über die Verdrängungskreuzung entstandenen "Schwarzköpfe" haben die für die Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf bekannte sehr gute Mastleistung, aber auch die Schwächen in Bezug auf Verfettung und Bemuskelung. Zur Verbesserung des Schlachtkörperwertes der Lämmer sind im Rahmen der Gebrauchs- oder auch Wechselkreuzung von den derzeit verfügbaren Fleischrassen die Texel und Ile de France zu empfehlen. In Herden mit Wechselkreuzung und intensiver Mast dürfte die Asaisonalität der Ile de France von zusätzlichem Interesse sein. Suffolkböcke sind geeignet, das Leistungspotential der Schwarzkopf-Mutterschafe auf einem hohen Niveau zu halten.

Die Bereitstellung leistungsfähiger Böcke der genannten Rassen für die Mastlammproduktion in Reinzucht und Kreuzung muss in Zukunft ein Schwerpunkt der Zuchtarbeit sein.

Die Gebrauchskreuzung gewinnt mit Zunahme der Schlachtkörpervermarktung an Bedeutung, weil dann die verbesserte Schlachtkörperqualität stärker honoriert wird.

Literatur

ANONYMUS:

Zuchtreport, LFA M-V, Landestierzucht u. Tierzuchtanerkennung (1997), 131

PETERS, K.J.:

Züchterische Aspekte der Lammfleischproduktion. Arch. Tierz., Dummerstorf **43** (2000) Sonderheft, 98-105

WASSMUTH, R.:

Perspektiven der Schafzucht und -haltung in Deutschland. Arch. Tierz., Dummerstorf **37** (1994) Sonderheft, 57-63

ZUPP, W.; GRUMBACH, S.:

Erzeugung von Mastlämmern (Genotypenprüfung und Mastverfahren). LFA M-V, Institut für Tierproduktion Dummerstorf, Forschungsbericht, 1996

Anschrift des Verfassers

Dr. agr. habil. WOLFGANG ZUPP

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V

Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

ECKHARD FISCHER¹, RUDOLF STAUFENBIEL² und LOTHAR PANICKE³

Metabolische Merkmale des Glukosetoleranztestes (GTT) zur zusätzlichen Bewertung von Jungbullen

Summary

Title of the paper: **Metabolic parameters of the glucose tolerance test (GTT) for the additional evaluation of young bulls**

Metabolic parameters of the glucose tolerance test are suitable for an additional recommendation for the evaluation of breeding bulls, before the start of offspring's test could be given. The variation $s\% = 7$, the genetic determination $h^2 = 0,5$, and the mean correlations to the estimated breeding values $r = 0.4$ argue for the consideration of the physiological parameters. The test parameters depend on age and experimental conditions. Their combination with the pedigree breeding value is leading to an increase of information that could be utilised in the selection of improper bulls, if the present results were confirmed.

Key Words: cattle, glucose, breeding value, young bulls

Zusammenfassung

Die metabolischen Parameter des Glukosetoleranztestes (GTT) sind für eine zusätzliche Empfehlung zur Bewertung von Zuchtbullen vor der Nachkommenprüfung geeignet. Variationskoeffizienten von $s\% = 7$, eine genetische Determiniertheit von $h^2 = 0,5$ und mittlere Korrelationen um $r = 0,4$ zu den geschätzten Zuchtwerten sprechen für eine Beachtung der physiologischen Parameter. Eine Kombination der vom Alter und den Prüfbedingungen abhängigen Testparameter des Stoffwechselreaktionsvermögens mit den Pedigreezuchtwerten führt zu einem Informationszuwachs, der nach Bestätigung der bisherigen Untersuchungsergebnisse bei der Selektion der für den Testeinsatz ungeeigneten Jungbullen genutzt werden könnte.

Schlüsselwörter: Rind, Glukose, Zuchtwert, Jungbulle

Einleitung

Bedingt durch das lange Generationsintervall der Rinder sind die Züchter an frühzeitigen Informationen zur Bewertung der Jungbullen interessiert. Neben produktiven Leistungsparametern gewinnen in zunehmendem Maße funktionale Merkmale an Interesse. Untersuchungen des physiologischen Reaktionsvermögens und dessen Beziehungen zur Milchleistung der Rinder erhalten daher Relevanz. Eine Möglichkeit der Quantifizierung des Stoffwechselreaktionsvermögens der Rinder stellt der Glukosetoleranztest dar. Mit dem Test wird die Insulinreaktion während einer induzierten Stoffwechselbelastung erfasst. Seiner zentralen Stellung bei der Regulation des Stoffwechsels entsprechend steuert das Insulin die Glukosekonzentration im Blut der Rinder.

Ziel dieser Untersuchungen ist die Ableitung geeigneter physiologischer Kennwerte des Stoffwechselreaktionsvermögens für eine zusätzliche, frühe Bewertung wachsender Jungbullen und die Kalkulation des zu erwartenden Informationszuwachses.

Material und Methode

Aufgrund der von PANICKE et al. (2001) nachgewiesenen Altersabhängigkeit der Glukose- und Insulinreaktion im GTT und ihrer Beziehungen zu den Nachkommenzuchtwerten werden Testergebnisse von Bullen im zweiten und dritten Lebenshalbjahr untersucht. Es wurden Tiereffekte geschätzt für die GTT-Parameter von insgesamt 512 schwarzbunten Bullen der Rasse Deutsche Holsteins in zwei Untersuchungszeiträumen aus Aufzuchtstationen.

Während des GTT wird den Bullen, die seit der letzten Fütterung am Nachmittag des Vortages lediglich Wasser aufnehmen konnten, nach dem Legen einer verschließbaren Flexüle in die V. jugularis und der Gewinnung einer Ausgangsprobe zur Bestimmung der Basiswerte $1 \text{ g Glukose/kg}^{0,75}$ metabolischer Körpermasse innerhalb von 1 bis 3 Minuten in Form einer 40 %-igen körperwarmen Glukoselösung injiziert. Nach der Glukoseinfusion werden im Abstand von 7 Minuten 9 weitere Blutproben zur Erfassung der Insulin- und Glukosereaktion gewonnen. Neben der Glukosebasiskonzentration (G_0) werden für jedes Tier die maximale Konzentration (G_{MAX}), die Glukosehalbwertzeit (G_{HWZ}) und das Glukoseflächenäquivalent (G_A) zwischen der jeweiligen Konzentrationsverlaufskurve und dem Basisspiegel bestimmt.

Zur Erzielung einer Normalverteilung wurden die Testparameter logarithmiert (BURKERT, 1998) und anschließend die Tiereffekte mit dem Programm PEST (GROENEVELD et al., 1998) geschätzt. Für die Ermittlung der erforderlichen Varianzkomponenten und der Heritabilitätskoeffizienten wurde das Programm VCE 4.2.5 (GROENEVELD, 1998) genutzt. Das bei der Schätzung der Tiereffekte angewandte statistische Modell berücksichtigt die fixen Effekte der Aufzuchtstationen, der Testtermine und des Alters in Lebenshalbjahren der Bullen zum Zeitpunkt der Testdurchführung. Für 24 Bullen im zweiten Lebenshalbjahr und 28 Bullen im dritten Lebenshalbjahr sind bisher Zuchtwerte aus der zentralen Zuchtwertschätzung im VIT in Verden (August 2002) verfügbar.

Ergebnisse

Die im zweiten und dritten Lebenshalbjahr geschätzten Heritabilitätskoeffizienten um 0,2 ($\ln G_0$) und um 0,5 ($\ln G_A$ und $\ln G_{\text{HWZ}}$) sowie die Variationskoeffizienten um 7 % weisen auf die genetische Determiniertheit der Parameter hin. Die korrelativen Beziehungen zwischen den Testparametern der Bullen und ihren Zuchtwerten für die Milchleistung sind im dritten Lebenshalbjahr straffer als im zweiten Lebenshalbjahr. So werden zwischen den Tiereffekten für die Glukosehalbwertzeit und den Nachkommenzuchtwerten für die Eiweiß-, Fett- und Milchmenge statistisch gesicherte Korrelationen um $-0,4$ bis $-0,5$ ausgewiesen (Tab. 1).

Eine Berücksichtigung der Tiereffekte für die Glukosehalbwertzeit beeinflusst die wirtschaftlich wichtigen Funktionalmerkmale somatische Zellzahl (RZS), Nutzungsdauer (RZN) und Zuchtleistung (RZZ) nicht negativ. Die negativen Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten weisen auf gleichgerichtete Beziehungen der Glukosehalbwertzeit zu den Ertragsmerkmalen sowie zum RZM, RZE und RZN hin. Die Korrelationen zum RZS und RZZ sind indifferent. Im Vergleich zur Selektion nach der Glukosehalbwertzeit würde sich am untersuchten Tiermaterial eine Auswahl nach den Pedigreezuchtwerten für die Eiweiß-, Fett- und Milchmenge stärker negativ auf den RZS und RZZ auswirken.

Tabelle 1

Korrelationen zwischen Parametern aus dem Glukosetoleranztest und ausgewählten Zuchtwerten der Bullen (Lebenshalbjahr 3; n=28) (Correlations between the expected values of GTT-parameters and selected breeding values of bulls; life half year 3; n=28)

Merkmale	Nachkommenzuchtwert (EBV; August 2002)							
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	RZM ¹⁾	RZE ²⁾	RZS ³⁾	RZN ⁴⁾	RZZ ⁵⁾
GTT-Parameter								
G ₀	-0,28	-0,21	-0,26	-0,21	+0,02	-0,07	+0,09	+0,10
G _A	-0,44 *	-0,42 *	-0,33	-0,26	-0,19	+0,26	+0,08	+0,25
G _{HWZ}	-0,59 **	-0,46 *	-0,50 **	-0,38 *	-0,34	+0,08	-0,08	+0,12
Pedigreezuchtwert (PBV)								
Eiweiß-kg	+0,63**	+0,20	+0,48 *	+0,22	+0,06	-0,13	-0,07	-0,22
Fett-kg	+0,32	+0,28	+0,18	+0,10	+0,07	-0,28	-0,16	-0,25
Milch-kg	+0,76**	+0,31	+0,59 **	+0,31	+0,17	-0,20	-0,07	-0,21

¹⁾RZM – Relativzuchtwert Milch (neu ab August 2002)

²⁾RZE – Relativzuchtwert Exterieur

³⁾RZS – Relativzuchtwert Somatische Zellzahl

⁴⁾RZN – Relativzuchtwert Nutzungsdauer

⁵⁾RZZ – Relativzuchtwert Zuchtleistung

* $\alpha \leq 0,05$ und ** $\alpha \leq 0,01$

Bei einer kombinierten Berücksichtigung beider Informationsquellen GTT-Parameter und Pedigreezuchtwert (PBV) ist ein Informationszuwachs zu erwarten (Tab. 2). Über die lineare Verknüpfung der Tiereffekte mit dem Pedigreezuchtwert hinaus wird bei der Anwendung einer nichtlinearen Regression ein Anstieg der Beziehungen zum Nachkommenzuchtwert (EBV) Eiweißmenge auf $r = 0,68$ erreicht. Über die entsprechende Regressionsgleichung könnte bereits für die Jungbullen ein kalkulierter Zuchtwert (CBV) ermittelt werden, der als zusätzliche Empfehlung bei der Bewertung der Bullen vor dem Testeinsatz im ersten Lebensjahr nutzbar wäre. Im Interesse der Stabilität sind sowohl die geschätzten Tiereffekte für die Glukosehalbwertzeit als auch für das Glukoseflächenäquivalent einzubeziehen.

Tabelle 2

Korrelationen zwischen den Informationen verschiedener Quellen und Modelle und dem Nachkommenzuchtwert Eiweißmenge der Bullen (Correlations between the information of various sources and models and the breeding value (EBV) protein yield)

Nr.	Informationsquellen und Modelle	Korrelation \pm Standardfehler (Lebenshalbjahr 3; n=28)	
1.	Pedigree-ZW-Eiweißmenge (P)	+0,48 *	$\pm 0,17$
2.	G _A (als Merkmal)	-0,33	$\pm 0,16$
3.	G _{HWZ} (als Merkmal)	-0,50 **	$\pm 0,15$
4.	G _A + G _{HWZ}	+0,52 **	$\pm 0,14$
5.	P + G _A + G _{HWZ}	+0,66 **	$\pm 0,12$
6.	G _A + G _A ² + G _{HWZ} + G _{HWZ} ²	+0,56 **	$\pm 0,14$
7.	P + G _A + G _A ² + G _{HWZ} + G _{HWZ} ²	+0,68 **	$\pm 0,12$

Auch für die anderen Milchleistungsmerkmale konnte ein Informationszuwachs bei der Nutzung des CBV gegenüber der alleinigen Anwendung des PBV kalkuliert werden (Tab. 3), der für die Ertragsmerkmale bedeutender ist. Er lässt auf eine relativ unabhängige Variation der Pedigree- und GTT-Information schließen.

Tabelle 3

Korrelationen zwischen Pedigree-Zuchtwert (PBV), geschätztem Erwartungswert (CBV) und dem Nachkommenzuchtwert (EBV) (Lebenshalbjahr 3; n=28) (Correlations between the pedigree breeding values (PBV), the predicted calculated breeding-values (CBV) and the offspring's breeding values (EBV); life half year 3; n=28)

Merkmal	Nachkommenzuchtwert (EBV; August 2002)					
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
PBV	0,76 **	0,28	0,48 *	0,72 **	0,61 **	0,12
CBV	0,84 **	0,57 **	0,68 **	0,76 **	0,65 **	0,53 **

In einem Selektionsexperiment wurde der Effekt der Selektion der Bullen nach dem Pedigreezuchtwert (PBV) und nach dem kalkulierten Zuchtwert (CBV) im Vergleich zur Auswahl nach dem Nachkommenzuchtwert (EBV) geprüft (Abb.). Bei einer Selektion nach dem Pedigreezuchtwert Eiweißmenge weicht der Nachkommenzuchtwert der 33% gemerzten Bullen um $-18,8$ Fett+ Eiweiß-Kilogramm vom Mittelwert aller Bullen ab. In den Selektionsstufen kalkulierter Erwartungswert und Nachkommenzuchtwert für die Eiweißmenge steigen die Abweichungen der zu merzenden Bullen vom Mittelwert auf $-28,3$ bzw. $-37,4$ Fett+ Eiweiß-Kilogramm an. Der Selektionserfolg für die 67 % verbleibenden Bullen erhöht sich von $+8,9$ auf $+13,4$ und $+17,7$ Kilogramm. Mit dem CBV wird folglich etwa die Hälfte der Überlegenheit der Selektion nach dem Nachkommenzuchtwert im Vergleich zur Auswahl nach dem Pedigreezuchtwert erreicht.

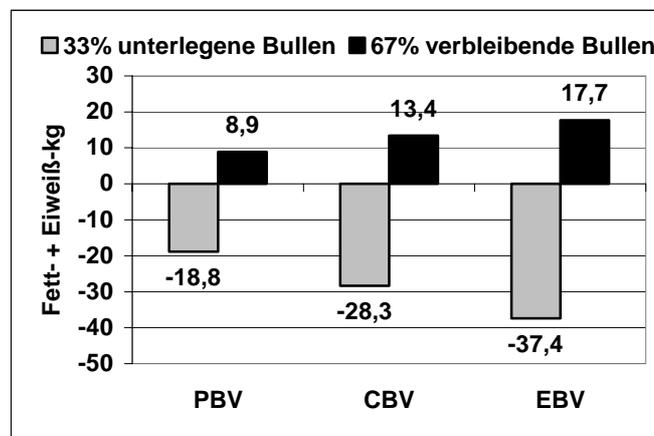


Abb.: Zuchterfolg (SE) in den Selektionsstufen PBV-, CBV- und EBV-Eiweißmenge für die Merkmale Fett-plus Eiweißmenge (Lebenshalbjahr 3; n=28) (Selection gain for the traits fat + protein yield by the selection steps PBV-, CBV- and EBV-protein yield; life half year 3; n=28)

Die Information aus der Bestimmung des kalkulierten Erwartungswertes (CBV) ist vier Jahre vor dem Nachkommenzuchtwert verfügbar. Wenn sich die bisher erzielten Ergebnisse bestätigen, könnte eine zusätzliche Empfehlung für die Bewertung der Zuchtbullen vor dem Testeinsatz gegeben werden. Es wären weniger Bullen in die Nachkommenprüfung einzustellen und damit Prüfkosten zu sparen oder bei gleichen Kosten könnte die Selektionsintensität erhöht werden. In kleinen Populationen könnte die Effizienz eines Jungtierprogramms wesentlich verbessert werden.

Literatur

BURKERT, O.:

Untersuchungen zum intravenösen und modifizierten Glukosetoleranztest bei Zuchtbullen. Freie Universität Berlin, Diss., 1998

GROENEVELD, E.; KOVAC, M.; WANG, T:

PEST - Multivariate Prediction and Estimation. Dep. Anim. Sci. Univ. of Illinois, 1998

GROENEVELD, E:

VCE 4 - Version 4.2 Federal Research Center of Agriculture, Mariensee, 1998, Germany

PANICKE, L.; FISCHER, E.; STAUFENBIEL, R.:

Variation und Eignung von physiologischen Merkmalen des Glukosetoleranztestes für die indirekte Eigenleistungsprüfung von Jungbullen. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001) 4, 381-394

Anschriften der Verfasser

Dr. ECKHARD FISCHER
Universität Rostock
Fachbereich Agrarökologie
Justus-von-Liebig-Weg 6
D-18059 Rostock

Prof. Dr. RUDOLF STAUFENBIEL
Freie Universität Berlin
Klinik für Klauentiere
Königsweg 65
D-14163 Berlin

Prof. Dr. LOTHAR PANICKE (korrespondierender Autor)
Forschungsinstitut für die Biologie
landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)
Wilhelm-Stahl-Allee 2
D-18196 Dummerstorf

MANFRED SCHWERIN

Die funktionelle Genomanalyse – neue Möglichkeiten für Tierzucht und Tierhaltung

Summary

Title of the paper: **Functional genomics – new possibilities for animal breeding and husbandry**

Aspects and limitations of the utilisation of mapped quantitative trait loci (QTL) in breeding programs and the final cloning of the corresponding causal genes are discussed. Prerequisites, current status and further challenges of applications of functional genomics in identification of functional candidate genes, in functional mapping of genes to complex traits and in estimation of the effects of environmental factors are referred.

Key Words: functional genomics, QTL, candidate genes, livestock

Zusammenfassung

Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung kartierter "quantitativer Merkmalsloci" (QTL) in Zuchtprogrammen und die letztliche Identifizierung der entsprechenden Kandidatengene werden diskutiert. Die Voraussetzungen, der gegenwärtige Stand und zukünftige Herausforderungen der Anwendung der funktionellen Genomanalyse bei der Identifizierung von funktionellen Kandidatengenen, der funktionellen Kartierung von Genen für komplexe Merkmale und der Erfassung von Umwelteffekten werden dargestellt.

Schlüsselwörter: Funktionelle Genomanalyse, QTL, Kandidatengene, Nutztiere

Einleitung

In den vergangenen 50 Jahren ist es der Tierzüchtung gelungen, viele spezifische Leistungsmerkmale der Nutztiere wesentlich zu verbessern. Obwohl die klassischen Selektionsverfahren zu gesicherten Verbesserungen vieler wirtschaftlicher Merkmale der Nutztiere geführt haben und führen werden, stoßen sie jedoch auch an Grenzen, wie z. B. bei Merkmalen mit geringer Heritabilität, bei später Ausprägung der Merkmale oder bei negativ korrelierten Merkmalen. Es wird erwartet, dass durch die molekulare Analyse des Genoms Beiträge zur Überwindung dieser Probleme geliefert werden können. Das Genom, das die Gesamtheit des genetischen Materials einer Zelle oder eines Organismus bezeichnet, liegt in jedem Entwicklungszustand des Organismus unverändert vor. Durch die Möglichkeit der Sequenzierung von Nukleinsäuren und anderen molekulargenetischen Techniken ist es heute möglich, Genome vollständig zu analysieren. Neben einigen Prokaryotengenomenen ist so bis heute das Genom des Menschen bzw. der Maus vollständig bzw. nahezu sequenziert worden. Die vollständige Sequenzierung der Genome der wichtigsten Nutztierarten ist in den nächsten drei Jahren zu erwarten.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass mit der molekularen Identifizierung wirtschaftlich bedeutsamer Merkmalsloci die Entwicklung entsprechender Genests und ihrer Nutzung im Rahmen der Marker-gestützten Selektion eine weitere Stei-

gerung des Zuchtfortschrittes erreicht werden kann, insbesondere durch eine höhere Selektionsgenauigkeit oder durch Reduzierung des Generationsintervalls.

Strukturelle Genomanalyse – wichtige Grundlage der Marker-gestützten Selektion

Die Anwendung der in den vergangenen 10 Jahren entwickelten molekularen genom-analytischen Techniken hat es erlaubt, für eine ganze Reihe von Erbdefekten und monogenen Merkmalen die kausalen Gene zu identifizieren (Übersicht siehe SCHWERIN, 2001; GROBET et al., 1997; MILAN et al., 2000). Der Hauptteil dieser Genvarianten beeinflusst die kodierenden Sequenzen, was zur Bildung nicht-funktionaler Proteine oder von Proteinen mit veränderten biochemischen Eigenschaften führt. Die meisten dieser Defektgene sind die molekulare Basis von Erbdefekten.

Darüber hinaus haben viele genetische Kartierungsansätze (z. B. ANDERSSON et al., 1994; DAVIS et al., 1998) gezeigt, dass Genorte, die komplexen Produktionsmerkmalen zugrunde liegen, erfolgreich kartiert werden können. QTL-Positionen und hochsignifikante QTL-Effekte, die in unabhängigen Untersuchungen bestätigt werden konnten, zeigen den potentiellen Wert von kartierten QTL für markergestützte Selektionsprogramme (SPELMAN und BOVENHUIS, 1998). Nachdem ausgewählte QTL oder kausale Genvarianten identifiziert und lokalisiert worden sind, können die in der Nähe gelegenen Marker wie konventionelle Selektionshilfsmittel in die Zucht einbezogen werden. Der Vorteil von DNA-Marker-gestützten Selektionstechniken besteht insbesondere darin, dass eine exakte Befundung gegeben ist, eine sichere Erkennung auch rezessiver Anlagenträger erfolgen kann und die Diagnose unabhängig von der Merkmalsausprägung, vom Alter und vom Geschlecht möglich ist. Diese Marker können zur Genotypisierung in der Zielpopulation genutzt werden bis das eigentliche Kandidatengen identifiziert worden ist oder die zu selektierende Population an den Markergenorten homozygot ist. Das letztendliche Ziel der Marker-gestützten Selektion besteht in der Anreicherung von Marker- und/oder Genvarianten mit positiven Leistungseffekten in der Population. Die strukturelle Genomanalyse wird das Verständnis der genetischen Grundlagen der Merkmalsausprägung und -variation wesentlich verbessern und über die Marker-gestützte Selektion einen signifikanten Beitrag zur züchterischen Verbesserung des Phänotyps liefern. QTL, Gene und Genvarianten sind jedoch nur eine, wenn auch grundlegende Komponente der Merkmalsausprägung und -differenzierung. Der Einfluss von Umweltfaktoren wird bei diesem Ansatz nicht oder nur unzureichend erkannt. Hier kann die funktionelle Genomanalyse wichtige Beiträge liefern.

Funktionelle Genomanalyse – Grundlage für das bessere Verstehen der Merkmalsausprägung

Um komplexe physiologische Vorgänge im Organismus zu verstehen, reicht die Kenntnis des Genoms allein nicht aus. Es ist notwendig, die Proteine in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Die Biosynthese von Proteinen ist gewebs- bzw. zellspezifisch. Auf die Menge und Qualität der gebildeten Proteine haben neben Transkription und Translation verschiedene posttranslationale Modifikationen wie z. B. die Phosphorylierung Einfluss. In Abhängigkeit von der Untersuchungsebene unterscheiden wir das Transkriptom, das die Gesamtheit der mRNA bezeichnet, bzw. das Proteom, das die

Gesamtheit der Proteine bezeichnet, die durch das Genom einer Zelle oder eines Gewebes kodiert werden (Abb.). Entsprechend wird von Transcriptomics und Proteomics gesprochen. Transcriptomics bzw. Proteomics ist die Analyse der gesamten mRNA- bzw. Proteinmenge, die von einem Genom unter bestimmten Bedingungen exprimiert wird. Zentrale Techniken der funktionellen Genomanalyse sind die DNA- und Protein-Array-Techniken. DNA-Chips, auch Gen-Chips genannt, sind miniaturisierte Träger, auf deren Oberfläche z. T. tausende DNA-Moleküle bekannter Sequenz in einem geordneten Raster immobilisiert oder synthetisiert sind. Die gebundenen DNA-Moleküle werden mit komplementären markierten Nukleinsäuren hybridisiert (HÄNEL und SALUZ, 1999). Weltweit sind mehr als achtzig Firmen unmittelbar an der Entwicklung und Vermarktung von entsprechenden Geräten, Reagenzien und Computerprogrammen beteiligt. Gen-Chips werden bisher insbesondere in der klinischen Diagnostik von Infektions-, Krebs- und Erbkrankheiten eingesetzt. Bei den Protein-Array sind, analog zu den Gen-Chips, Proteine oder Peptide auf Kunststoffmembranen angeordnet. Gemessen wird die wechselseitige Bindung von Proteinen, z. B. Rezeptor-Ligand-Wechselwirkungen, Intrazelluläre Proteinkomplexe, DNA-Protein-, RNA-Protein- oder Protein-Antikörper-Wechselwirkungen zur Proteinidentifizierung (MAURER, 2000).

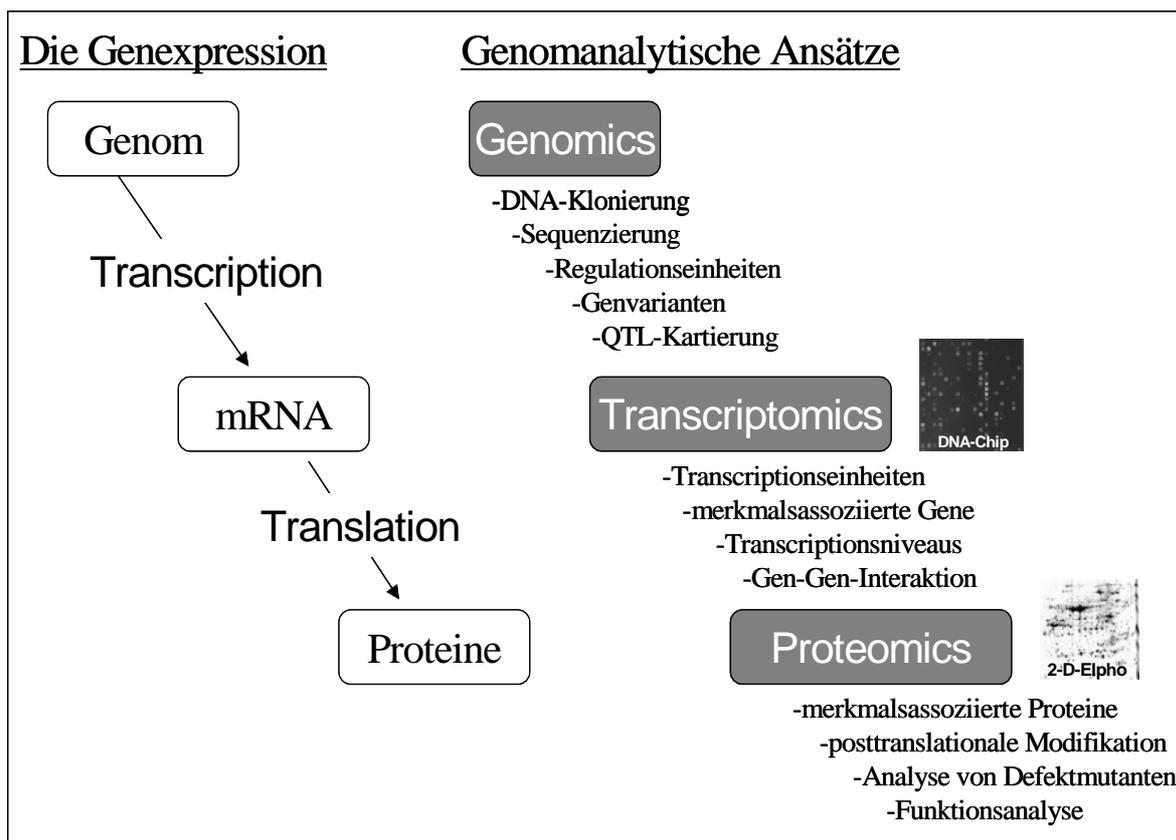


Abb.: Die Ebenen der Genexpression und ihre genomanalytischen Ansätze (Levels of gene expression and their approaches of genome analysis)

DNA- und Protein-Arrays repräsentieren einen neuen Meilenstein in der Genomforschung wo Tausende von Molekülen gleichzeitig analysiert werden können (MARRA et al., 1998). Die "Power" des funktionellen Genomansatzes wird aus der Tatsache abgeleitet, dass in einer gegebenen Zelle nur ein Teil des Genoms aktiv transkribiert und

translatiert wird. Durch die Isolierung der entsprechenden mRNAs bzw. Proteine ist die Analyse des Anteils aller aktiven Gene einer Zelle möglich. Gene, die unterschiedlich exprimiert sind in einem Gewebe, das durch eine Krankheit oder eine abweichende Leistung beeinflusst ist, sind von besonderem Interesse. Sie können zu neuen Einsichten in die Prozesse der Krankheitsentwicklung bzw. Leistungsausprägung führen. Mit Expressionsprofilen von einer ausreichend großen Zahl von Geweben, können statistisch signifikante Korrelationen zwischen gewebsspezifischen Informationen (wie Krankheitsstatus, Behandlungs- oder Umwelteffekte oder Genotypen) und dem Expressionsniveau von ausgewählten Genen oder Gruppen von Genen abgeleitet werden (BOGUSKI und SCHULER, 1995; TOUCHMAN et al., 1997). Es kommt hinzu, dass Korrelationen von Expressionsniveaus zwischen unterschiedlichen Genen es erlauben werden, Gene bestimmten allgemeinen Stoffwechselwegen und funktionellen Gruppen zuordnen zu können. Deshalb wird die funktionelle Genomanalyse nicht nur die Identifizierung funktioneller Kandidatengene erlauben und in Verbindung mit Ansätzen zur Identifizierung positioneller Kandidatengene einen Beitrag zur Identifizierung der kausalen QTL's zugrunde liegenden Gene liefern. Die Technologien der Transkriptomik und Proteomik werden ebenfalls den Übergang vom Einzelgen zum Multigen erlauben oder auch darüber hinaus komplexe phänotypische Merkmale durch ein komplexes "epigenetisches" Netzwerk von interagierenden Genen, Proteinen und Umweltsignalen (ZWEIGER und SCOTT, 1997; MARRA et al., 1998) beschreiben.

Ausblick

Der Zugang und die Verknüpfung dieser vielfältigen Informationen über Genom, Stoffwechsel und Umweltfaktoren lässt wesentliche Beiträge für die Aufklärung der genetischen Grundlagen der Merkmalsausprägung und damit für die Entwicklung effizienter gendiagnostischer Verfahren für die effiziente Anwendung der Ergebnisse der strukturellen Genomanalyse in der Marker-gestützten Selektion erwarten. Darüber hinaus wird eine sichere Erkennung tierspezifischer Anforderungen an Haltungsbedingungen anhand objektiver Bewertungskriterien möglich. Die Gestaltung tiergerechter Haltungsbedingungen stellt nicht nur eine günstige Bedingung zur Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials der Tiere dar, sondern entspricht auch in hohem Maße dem genuinen Interesse der Tierzüchter nach Tierschutz und Tiergesundheit. Weitere Anwendungsmöglichkeiten der funktionellen Genomanalyse im Bereich der Veterinärmedizin und Landwirtschaft sind die Identifizierung von Krankheitserregern und Krankheitsgenen, die Bestimmung von Medikamentenresistenz, Analyse von mikrobieller Kontamination von Grundwasser, Böden oder Futtermitteln sowie z. B. die Identifizierung von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln.

Literatur

ANDERSSON, L.; HALEY, C.S.; ELLEGREN, H.; KNOTT, S.A.; JOHANSSON, M.:

Genetic mapping of quantitative trait loci for growth and fatness in pigs. *Science* **263** (1994), 1771-1774

BOGUSKI, S.; SCHULER, G.D.:

ESTablishing a human transcript map. *Nature Genet.* **10** (1995), 369-371

DAVIS, G.P.; HETZEL, D.J.C.; CORBET, N.J.; SCACHERI, S.; LOWDEN, S.; RENAUD, J.; MAYNE, C.; STEVENSON, R.; MOORE, S.S.; BYRNE, K.:

The mapping of quantitative trait loci for birth weight in tropical beef herd. *Proc. 6. WCGLAP*, Vol. **26** (1998), 441 - 444

GROBET, L.; ROYO MARTIN, L.J.; PONCELET, D.; PIROTTIN, D.; BROUWERS, B.; RIQUET, J.; SCHOEBERLEIN, A.; DUNNER, S.; MENISSIER, F.; MASSABANDA, J.; FRIES, R.; HANSET, R.; GEOGES, M.:

A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-musled phenotype in cattle. *Nature Genet.* **17** (1997), 71-74

HÄNEL, F.; SALUZ, H.P.:

DNA-Chips – ein kurzer Überblick. *Bioforum* **22**, Nr. 9 (1999), 504-507

MARRA, M.A.; HILLIER, L.; WATERSTON, R.H.:

Expressed sequence tags – ESTablishing bridges between genomes. Elsevier Science Ltd., (1998), 4-7

MAURER, M.H.:

Biochips: Neue Wege der Proteomanalyse. *Bioforum* **23**, Nr.12 (2000), 838-839

MILAN, D.; JOEN, J.-T.; LOOFT, C.; AMARGER, V.; ROBIC, A.; THELANDER, M.; ROGEL-GAILLARD, C.; PAUL, S.; IANNUCELLI, N.; RASK, L.; RONNE, H.; LUNDSTRÖM, K.; REINSCH, N.; GELLIN, J.; KALM, E.; LE ROY, P.; CHARDON, P.; ANDERSSON, L.:

A mutation in PRKAG3 associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science* **288** (2000), 1248-1251

SCHWERIN, M.:

Molecular Genome Analysis in Livestock at the Beginning of the New Millennium. *Reprod. Dom. Anim.* **36** (2001), 133-138

SPELMAN, R.J.; BOVENHUIS, H.:

Moving from QTL experimental results to the utilisation of QTL in Breeding Programmes. *Animal Genetics* **29** (1998), 77-84

TOUCHMAN, J.W.; BOUFFARD, G.G. ; WEINTRAUB, L.A.; IDOL, J.R.; WANG, L.; ROBBINS, C.H.M.; NUSSBAUM, J.C.; LOVETT, M.; GREEN, E.D.:

2006 Expressed-Sequence Tags Derived from Human Chromosome 7-Enriched cDNA Libraries. *Cold Spring Harbor Laboratory*, 1997, p. 281

ZWEIGER, G.; SCOTT, R.W.:

From expressed sequence tags to "epigenomics": and understanding of disease processes. *Biotechnology* **8** (1997), 684-687

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. MANFRED SCHWERIN

Forschungsbereich Molekularbiologie

FBN Dummerstorf

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

GERHARD FLACHOWSKY und MARTIN GABEL

Beiträge der Tierernährung zur Lebensmittelsicherheit

Summary

Titel of the paper: **Contributions of animal nutrition to food security and food safety**

Food security – the freedom of people from hunger and malnutrition – and food safety – the freedom of food from danger, harm or risk – are the most important aims of all those working in agriculture and food industry.

The effective utilization of natural resources (e.g. soil, water, nutrients, fossil energy etc.) including the conversion of feeds into food of animal origin is a substantial contribution of agriculture toward improving food security. Reduction of undesirable substances in feeds and foods, and the avoidance of so-called “food scandals”, are main aims of agriculture in food safety. The scientific risk assessment over the course of the whole food chain is an important prerequisite for a successful risk management.

Key Words: food security, food safety, animal nutrition

Zusammenfassung

Ernährungssicherung (Food Security) – d.h. die Freiheit von Hunger und Unterernährung – und Lebensmittelsicherheit (Food Safety) – die Freiheit der Lebensmittel von Gefahren und Risiken durch unerwünschte Stoffe – sind die Hauptziele aller im Rahmen der Nahrungskette Tätigen.

Die effektive Nutzung der Ressourcen (z.B. Boden, Wasser, Nährstoffe, fossile Energie u.a.) einschließlich der Konvertierung der Futtermittel in Lebensmittel tierischer Herkunft stellt einen wesentlichen Beitrag der Landwirtschaft zur Verbesserung der Ernährungssicherung dar. Die weitere Reduzierung des Gehaltes an unerwünschten Stoffen in Futter- und Lebensmitteln und die Vermeidung sogenannter „Lebensmittel-Skandale“ ist ein Hauptziel der Agrarproduktion bezüglich Lebensmittelsicherheit. Eine wissenschaftliche Risikobewertung in allen Gliedern der Nahrungskette ist die wichtigste Voraussetzung für ein erfolgreiches Risikomanagement.

Schlüsselwörter: Ernährungssicherung, Lebensmittelsicherheit, Tierernährung

Einleitung

Ernährungssicherung (Food Security) und Lebensmittelsicherheit (Food Safety) sind zwei Begriffe bzw. Dimensionen, die nicht voneinander zu trennen sind (FLACHOWSKY, 2002a). Unter Berücksichtigung globaler Entwicklungen und der weiter ansteigenden Erdbevölkerung (DSW 2002) erscheint die ausreichende Bereitstellung von Lebensmitteln das Primat zu haben. Zuerst ertönt der Ruf nach etwas zu essen („Ich habe Hunger!“ Abb. 1).

Bei näherer Betrachtung wird jedoch offensichtlich, dass zwar genügend Nahrungsmittel den Hunger stillen können, dass jedoch Schadstoffe in diesen Lebensmitteln, wie z.B. Mykotoxine, Nitrat, Schwermetalle, Rückstände von Pflanzenschutzmitteln u.a. ein erhebliches Gefährdungspotential darstellen können. Daraus resultiert der Ruf nach sicheren Lebensmitteln. Diese Entwicklung ist auch in Europa nach dem 2. Weltkrieg nachvollziehbar (Abb. 1).

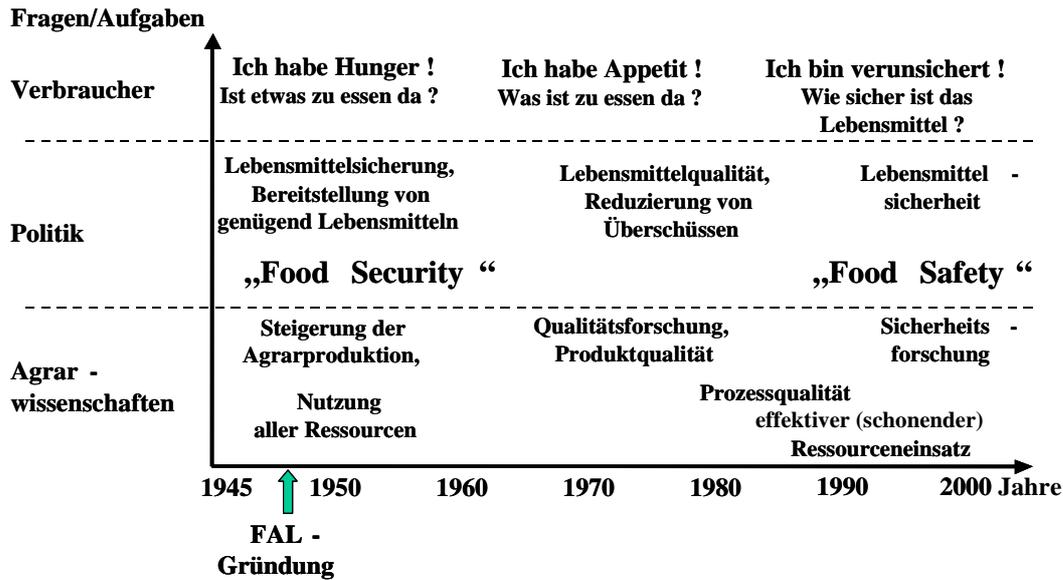


Abb.1: Dominierende Fragen nach Lebensmitteln sowie Aufgaben für Politik und Agrarforschung nach dem II. Weltkrieg in Europa (Dominating questions for foods and consequences for policy and agricultural research after the second world war in Europe)

Die Vernetzung zwischen Food Security and Food Safety wird noch offensichtlicher, wenn bei einer zunehmenden Globalisierung alle Länder am Welthandel, d.h. am internationalen Austausch von Lebensmitteln teilnehmen wollen. Ernährungssicherung ist demnach nicht ein spezifisches Problem der Entwicklungsländer und Lebensmittelsicherheit kein Spezifikum der wohlhabenden Länder. Für die Agrarwissenschaften und damit auch für die Tierernährung resultiert aus dieser Situation die Erkenntnis, dass Food Security and Food Safety zwei Seiten der Medaille Humanernährung sind und dass alle Anstrengungen sowohl auf die Ernährungssicherung als auch auf die Lebensmittelsicherheit zu richten sind.

Im Beitrag wird beispielhaft auf Möglichkeiten der Tierernährung zur Verbesserung von Food Security and Food Safety eingegangen.

Ernährungssicherung (Food Security)

Gegenwärtig leiden noch über 800 Mio. Menschen an Energiemangel, mehr als 3 Mrd. Menschen sind nicht ausreichend mit Spurennährstoffen (z.B. Vit.A, Fe, J; FANKHÄNEL, 2001) sowie essentiellen Aminosäuren versorgt. Es wird eingeschätzt, dass für eine ausreichende Ernährung bis zum Jahr 2050 etwa eine Verdopplung der Lebensmittelerzeugung erforderlich sein wird (TILMAN et al., 2002). Für eine langfristige Ernährungssicherung ist die gesamte Nahrungskette des Menschen zu betrachten (Abb. 2)

Dem effektiven Einsatz begrenzter Ressourcen, wie Wasser, Boden, verschiedener Rohstoffe (z.B. Phosphor) und fossiler Energie, kommt dabei eine erstrangige Bedeutung zu. Die Grenzen eines grenzenlosen Wachstums sind weitgehend erreicht, so dass die Zukunft im nachhaltigen Wachstum liegt (TILMAN et al., 2002).

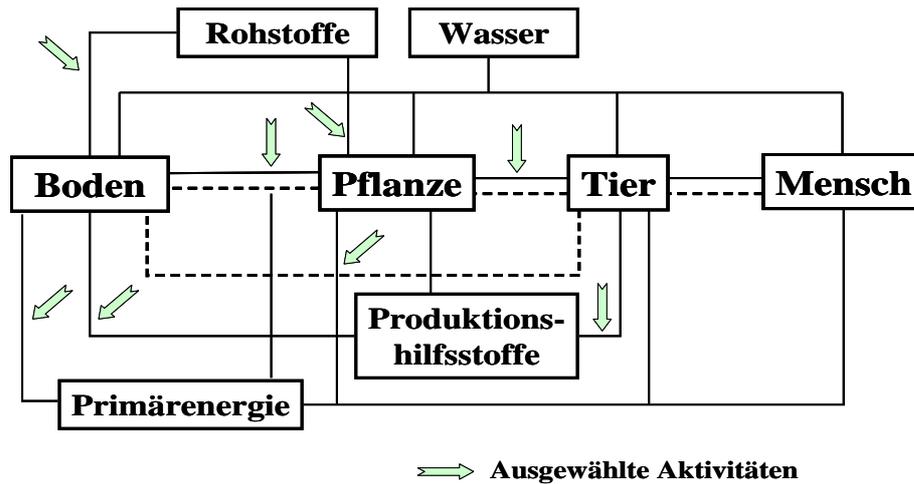


Abb. 2: Wichtige Glieder der Nahrungskette und Beiträge zur „Food Security“ (Important links of the food chain and contributions (↓) to food security)

Daraus resultieren u.a. folgende Wünsche an die Pflanzenzüchtung einschl. der grünen Gentechnik:

- Geringer Ressourceneinsatz (z.B. Wasser, Nährstoffe, Fläche, Produktionshilfsstoffe) je erzeugte Energie- bzw. Rohstoffmenge
- Hoher Ertrag an nutzbarer Energie bzw. Nährstoffen von der Fläche bzw. je eingesetzte Ressource
- Erhöhung der Dürre- und Salzresistenz sowie der Resistenz gegenüber Schädlingen
- Niedriger Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen (z.B. Mykotoxinen, Produktionshilfsstoffen u.a.)

Für die Tierernährung als wichtigem Teiglied der menschlichen Nahrungskette kommt es vor allem darauf an, die mit geringem Ressourceneinsatz erzeugten Futtermittel effektiv und umweltschonend in Lebensmittel tierischer Herkunft umzuwandeln. Die Effektivität der Umwandlung wird sowohl von der Art des erzeugten Lebensmittels als auch der Leistungshöhe der verschiedenen Tierarten bzw. Kategorien beeinflusst (Tab. 1).

Tabelle 1

Proteinherzeugung, Nahrungskonkurrenz, Aufwand und N-Ausscheidungen bei verschiedenen Produktionsformen (FLACHOWSKY, 2002b) (Protein yield, food competition, expenditure and N-excretion in dependence on food of animal origin and performance level)

Tierprodukt	Leistung (je Tag)	Essbares Protein (g/Tag)	Nahrungskonkurrenz zum Menschen (%) ¹⁾	Aufwand je kg essbarem Protein		N-Ausscheidungen je kg essbarem Protein (kg N)
				Bruttoenergie (GJ)	Rohprotein (kg)	
Milch	5 kg	150	0	0,85	6,0	0,9
	20 kg	600	(20)	0,50	3,7	0,4
Schweinefleisch	300 g LMZ	27	(20)	0,9	10	1,5
	700 g LMZ	63	(65)	0,6	6	0,8
Eier	30 % LL	2,3	(20)	0,5	4	0,8
	80 % LL	5,8	(60)	0,3	3	0,3

¹⁾Höhe der Angaben hängt vom Einsatz von Nebenprodukten ab

Wesentliche Beiträge der Tierernährung für eine globale Ernährungssicherung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Erhöhung des Leistungsniveaus der Tiere in vielen Regionen der Erde, um den unproduktiven Erhaltungsbedarf relativ zu mindern, unter Berücksichtigung von Tiergesundheit und Umweltbelastung (Reduzierung der Tierzahl)
- Vermeidung der Nahrungskonkurrenz zwischen Human- und Tierernährung in verschiedenen Regionen der Erde
- Nutzung von Nebenprodukten der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft als Futtermittel
- Effektive Nutzung von zellwandreichen Futtermitteln in der Tierernährung (z.B. Doppelnutzung von Getreidestroh zur Speisepilzerzeugung und ligninärmere Rückstände für Wiederkäuer; ZADRAZIL et al., 1996).
- Optimale Rationsgestaltung einschl. der Nutzung von Futterzusatzstoffen zur Versorgung der Tiere mit Energie und Nährstoffen.

Die ansteigende Erdbevölkerung und die je Einwohner abnehmende Nutzfläche werfen die Frage nach dem notwendigen Ertrags- und Leistungspotential auf, das für eine Ernährungssicherung notwendig ist.

Tabelle 2 zeigt Kalkulationen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Intensitätsniveaus. Dabei wird der Verzehr an Protein tierischer Herkunft als Zielgröße verwendet, weil das Hauptziel der Tierernährung in der effektiven Proteinerzeugung besteht (FLACHOWSKY, 2002b).

Tabelle 2

Einfluss des Verzehrs von Eiweiß tierischer Herkunft, der Relation zwischen Fleisch- und Milchprotein sowie des Ertrags- bzw. Leistungspotentials auf die erforderliche Futterfläche (m²/Einwohner und Jahr) (Influence of consumption of protein of animal origin, relation between meat and milk protein and the potential of yields on the required area (m² per people and year))

Relation zwischen Fleisch ³⁾ :Milch (% des Proteins)	Verzehr an Eiweiß tierischer Herkunft (g/Einwohner und Tag)					
	10		20		40	
	Intensitätsniveau ¹⁾					
	A ²⁾	B ²⁾	A	B	A	B
	Erforderliche Futterfläche (m ² /Einwohner und Jahr)					
70 : 30	900	185	1.800	370	3.600	740
50 : 50	800	160	1.600	320	3.200	640
30 : 70	700	135	1.400	270	2.800	540

¹⁾Ertragsniveau A: 1,5 t Weizen; 20 t Grünfutter/ha; Ertragsniveau B: 6 t Weizen; 40 t Grünfutter/ha

²⁾Leistungsniveau A: 5 kg Milch/Tag; Rindermast: 500 g, Schweinemast: 300 g; Geflügelmast: 20 g LMZ/Tag; Leistungsniveau B: 20 kg Milch/Tag; Rindermast: 1000 g, Schweinemast: 700 g, Geflügelmast: 50 g LMZ/Tag

³⁾Unterstellte Relation zwischen Schweine-, Rind- und Geflügelfleisch = 60:20:20(A) bzw. 30:60:10(B)

Lebensmittelsicherheit (Food Security)

Obwohl in den zurückliegenden Jahren die Konzentration unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln und damit auch die Aufnahme durch den Menschen messbar zurückgegangen ist (DGE 1996, 2000), war die Verunsicherung über Lebensmittel in Deutschland noch nie so groß wie gegenwärtig. Größere (z.B. BSE, Dioxin) und kleinere „Skandale“ (z.B. MPA, Nitrofen) haben wesentlich zur Verunsicherung beigetragen (Abb. 3). Da jede Art von „Skandal“ sowohl Produzenten (bis zum Ruin ganzer Unternehmen) als auch Konsumenten (Verlust an Genusswert) schadet, muss alles versucht werden, um „Skandale“ jeglicher Art entlang der Nahrungskette zu vermeiden.

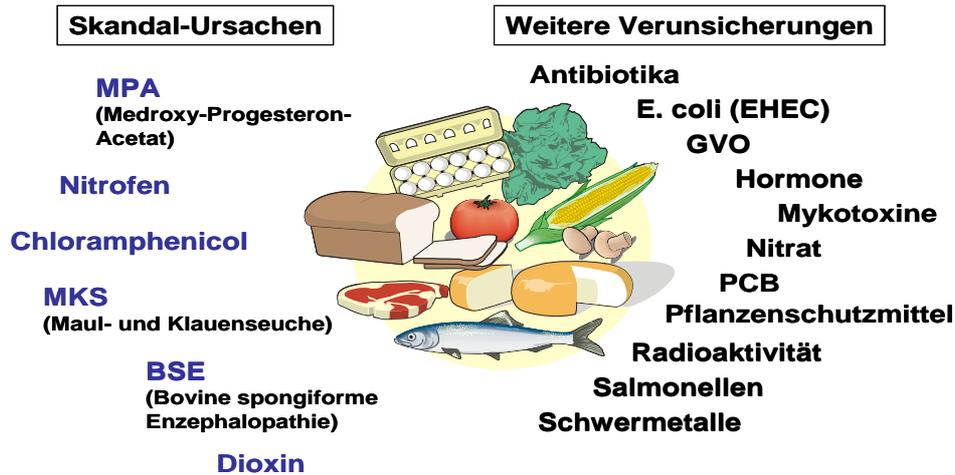


Abb. 3: Ausgewählte „Skandal-Ursachen“ in jüngster Vergangenheit und weitere „Verunsicherungen“ (Selected reasons for so-called „scandals“ recently and for further uncertainties)

Die Ursachen für die Verunsicherungen können vielfältig sein. Neben Unwissen, Leichtsinn und unvorhersehbaren Ereignissen kann auch kriminelle Energie (z.B. PCB-haltiges Transformatorenöl in Futterfett) eine Skandalursache sein, wie MALISCH (2001) am Beispiel der Dioxinfälle herausarbeitete.

Für die Tierernährung kommt es darauf an, dass möglichst schadstofffreie Futtermittel bereitgestellt werden. Daraus resultiert, dass entlang der Nahrungskette Minimierungsstrategien angewandt werden müssen und jeder Stufenproduzent für einen minimalen Schadstoffgehalt verantwortlich ist (Abb. 4).

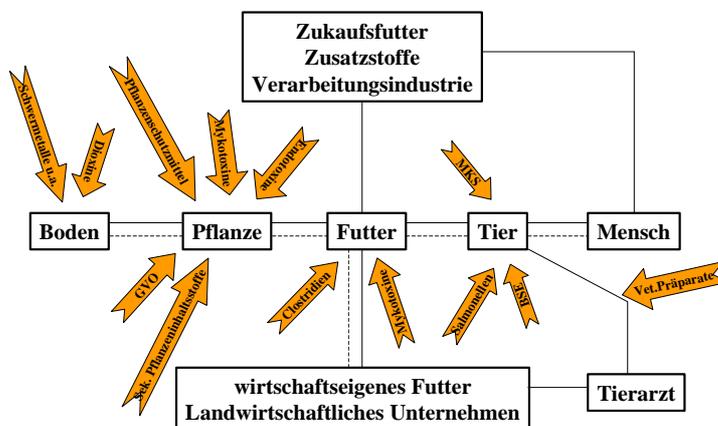


Abb. 4: Ausgewählte Verunsicherungen (↑) der Öffentlichkeit entlang der Nahrungskette (Selected uncertainties of consumers along the food chain)

Hinsichtlich der Verantwortlichkeit und der dazu notwendigen Kontrolle (z.B. HCAAP-Konzepte) ist zwischen der Verarbeitungs- und Zulieferindustrie einerseits und dem landwirtschaftlichen Unternehmen andererseits zu differenzieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auf Trockenmassebasis im Mittel etwa zwei Drittel des eingesetzten Futters im landwirtschaftlichen Betrieb direkt erzeugt werden und ein Drittel zugeliefert wird. In beiden Bereichen ist neben der allgemeinen Qualitätssicherung vor allem bei Vorratshaltung und Lagerwirtschaft auf entsprechende Maßnahmen zu achten.

Gelangen die Schadstoffe über die Futtermittel in den Futtertrog, dann bestehen deutliche Unterschiede im Transfer. Während fettlösliche Stoffe, wie z.B. Dioxine, PCB und Nitrofen meist in Abhängigkeit von Tierart, Kategorie und Rationsgestaltung absorbiert und im Fettgewebe einschl. in Eiern und Milch akkumuliert werden können (SCAN, 2000), erfolgt bei den wichtigsten Fusarientoxinen (Deoxinivalenol, Zearalenon) kaum ein Transfer ins Lebensmittel tierischer Herkunft (DÄNICKE und OLDENBURG, 2000). Für Mikroorganismen, Schwermetalle und BSE-übertragende Prionen (KAMPHUES et al., 2001; ZENTEK et al., 2002) existieren andere Übertragungswege. Bei Verfütterung von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen wurde bisher keine nachteilige Beeinflussung der Lebensmittelqualität oder ein Transfer von transgenen DNA-Bruchstücken ins Lebensmittel tierischer Herkunft beobachtet (FLACHOWSKY und AULRICH, 2002).

Zusammenfassend ist einzuschätzen, dass folgende Maßnahmen als Voraussetzungen zur weiteren Verminderung der Verunsicherungen der Mitbürger und zur Vermeidung von Skandalen im Rahmen der Nahrungskette anzusehen sind (EU, 2000):

- Erkennen möglicher Gefährdungspotentiale und Bewertung des möglichen Risikos
- Verschließen der erkannten Gefährdungspotentiale - Risikomanagement
- Effektive Kontrollmaßnahmen
- Sachliche Information der Öffentlichkeit.

Literatur

DÄNICKE, S.; OLDENBURG, E.:

Risikofaktoren für die Fusariumtoxinbildung in Futtermitteln und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung und Fütterung. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 216*, (2000, Herausg.), 138 S.

DGE:

Ernährungsbericht 1996, Dt.Ges.für Ernährung e.V., Frankfurt a.M. (1996), 368 S.

DGE:

Ernährungsbericht 2000, Dt.Ges.für Ernährung e.V., Frankfurt a.M. (2000), 380 S.

DSW:

DSW Datenreport 2002. Deutsche Stiftung Weltbevölkerung, Hannover, (2002), 16 S.

EU:

Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit, Brüssel, 12.01.2000, ISSN 0254-1467, (2000), 66 p.

FANKHÄNEL, S.:

Herausforderungen für die Ernährungswissenschaft im 21. Jahrhundert. 17th Int. Congress of Nutrition, Wien, 26.-30. April 2001, *Ernährungsumschau 48*, (2001), 464-465

FLACHOWSKY, G.:

Bewertung der Lebensmittelsicherheit – Beiträge der FAL zur weiteren Verbesserung. *Landbauforschung Völkenrode 52*, (2002a), 1-7

FLACHOWSKY, G.:

Efficiency of energy and nutrient use in the production of edible protein of animal origin. *J.Appl.Anim.Res. 22* (2002b), 1-24

FLACHOWSKY, G.; AULRICH, K.:

Lebensmittel tierischer Herkunft nach Einsatz von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP). *Ernährungsumschau 49*, (2002), 84-93

KAMPHUES, J.; ZENTEK, J.; OBERTHÜR, R.C.; FLACHOWSKY, G.; COENEN, M.:

Futtermittel tierischer Herkunft als mögliche Verbreitungsursache für die bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE) in Deutschland. 1.Mitt: Vergleichende Risikobewertung der Einzelfuttermittel tierischer Herkunft. *Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 108* (2001), 283-290

MALISCH, R.:

Dioxine in Futtermitteln. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 223*, (2001), 45-53

SCAN:

Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition (SCAN) on the dioxin contamination of feedingstuffs and its contribution to the contamination of food of animal origin. Question No. 110, Dec. 2000, Brussels

TILMAN, D.; CASSMAN, K.G.; MATSON, P.A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S.:

Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* **418**, (2002), 671-677

ZADRAZIL, F.; KAMRA, D.N.; ISIKHUEMHEN; O.S.; SCHUCHARDT, F., FLACHOWSKY, G.:

Bioconversion of lignocellulose into ruminant feed with white rot fungi. Review of work done at the FAL Braunschweig. *J. Appl. Anim. Res.* **10** (1996), 105-124

ZENTEK, J.; OBERTHÜR, R.C.; KAMPHUES, J., KREIENBROCK, L., FLACHOWSKY, G., COENEN, M.:

Futtermittel tierischer Herkunft als mögliche Verbreitungsursache für die bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE) in Deutschland. 2. Mitt. Einschätzung des Verbreitungsrisikos über Mischfutter. *Dtsch. tierärztl. Wochenschr.* **109** (2002), 43-51

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. GERHARD FLACHOWSKY

Institut für Tierernährung

der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

Bundesallee 50

D-38116 Braunschweig

Prof. Dr. MARTIN GABEL

Institut für umweltgerechte Tierhaltung

der Universität Rostock

Justus-von-Liebig-Weg 6

D-18059 Rostock

JEANNETTE KLÜSS, ANTOON AKKERMANS*, SERGEY KONSTANTINOV*,
MANFRED KWELLA, SIEGFRIED KUHLA, WOLFGANG-BERNHARD SOUFFRANT

Untersuchungen zur mikrobiellen Flora im Ileum von Absatzferkeln

Summary

Title of the paper: **Investigations on ileal microbial flora in weaning piglets**

To characterize ileal microbial flora in weaning piglets a slaughter trial was conducted. 224 German Landrace piglets of both genders were allocated to four different feeding regimes (with or without avilamycin, 3 resp. 8 % crude fibre content). At predefined times pre- and postweaning piglets were sacrificed, the whole intestinal tract was removed and its content collected separately for each section.

The microbial community was examined applying classical plate counting (selective agar plates) and molecular techniques (DGGE, 16SrDNA-sequencing). Furthermore a range of microbial metabolites was determined. Changes in ileal microflora – rather due to age than to diet - were observed pre- and postweaning.

Key Words: weaning piglets, ileal microflora, lactic acid, VFA

Zusammenfassung

Zur Charakterisierung der ilealen mikrobiellen Flora von Absatzferkeln wurde ein Schlachtversuch mit 224 Ferkeln der Deutschen Landrasse durchgeführt. Nach dem Absetzen wurden die Versuchstiere in vier Gruppen aufgeteilt, die unterschiedliches Starterfutter (mit und ohne Avilamycin; 3 bzw. 8 % Rohfasergehalt) erhielten. Zu verschiedenen Zeitpunkten vor und nach dem Absetzen erfolgte die Schlachtung, das Darmkonvolut wurde entnommen und der Inhalt der einzelnen Darmabschnitte gesammelt. Die mikrobiologische Besiedlung des Chymus sowie ausgewählte Metaboliten wurden mittels klassischer Plattenkultivierung, molekularbiologischer Techniken (DGGE, 16SrDNS-Sequenzanalyse) und chemischer Methoden untersucht. Es konnten Unterschiede in der Mikroflora vor und nach dem Absetzen festgestellt werden, die eher alters- als diätabhängig begründet sind.

Schlüsselwörter: Absatzferkel, ileale Mikroflora, Milchsäure, FFS

Einleitung

In der Schweineproduktion ist das Absetzen der Ferkel eine der einschneidendsten Maßnahmen in deren Leben. Um eine hohe Effektivität der Schweineproduktion zu gewährleisten, sind Ferkel immer früher abgesetzt worden, so dass das heute übliche Absatzalter in Europa zwischen 21 und 28 Tagen liegt. Die damit einhergehenden Probleme (erhöhtes Auftreten von Diarrhoe und Atemwegserkrankungen) sind mit Stagnation bzw. Reduzierung der Gewichtsentwicklung und dadurch mit finanziellen Verlusten für den Landwirt (längere Mastdauer, Tierverluste, erhöhte Tierarzkosten) verbunden. Um dem entgegen zu wirken, kamen vielfach Antibiotika im Ferkelstarterfutter zum Einsatz.

Internationale Studien und Untersuchungen haben das vermehrte Auftreten von Kreuzresistenzen (WEGENER et al., 1998) zwischen Futterantibiotika und den in Human- und Veterinärmedizin verwendeten Antibiotika und Chemotherapeutika nachgewiesen. Als Konsequenz kam es EU-weit zum Verbot von Antibiotika als Futterzusatzstoff in der Tierproduktion.

Innerhalb der EU wurde die Suche nach akzeptablen Alternativen bzw. Strategien notwendig (JENSEN, 1998). Um deren Wirkung eindeutig beurteilen zu können, ist die Kenntnis der zum Absatzzeitpunkt im Gastrointestinaltrakt (GIT) der Ferkel auftretenden Veränderungen – speziell der intestinalen Mikroflora - von besonderem Interesse.

Die vorliegenden Untersuchungen hatten die Charakterisierung der ilealen Mikroflora von Ferkeln zum Zeitpunkt des Absetzens zum Ziel.

Material und Methoden

Versuchstiere und Fütterung: Der Versuch wurde in der institutseigenen Schweinezuchtanlage mit Ferkeln der Deutschen Landrasse beiderlei Geschlechts unter konstanten Haltungsbedingungen (26 bis 28°C und natürliches Licht) durchgeführt. Bis zum Absetzen am 28. Lebenstag wurden die Tiere konventionell an der Sau ohne Beifütterung aufgezogen. Am Absatztag wurden sie gewogen und in Gruppenbuchten zu je 8 Tieren eingestallt. Bei ad libitum Fütterung und freiem Wasserzugang kamen folgende Diäten zum Einsatz: zwei Mischungen gleicher Zusammensetzung mit (Fr+AB) und ohne (Fr-AB) Avilamycin (40 ppm) und zwei auf Getreide und Leguminosen basierende Mischungen mit unterschiedlichem Rohfasergehalt (NF, 3% RFA; HF, 8% RFA). Die Mischungen wurden so berechnet, dass sie den Empfehlungen des NRC (1998) für Absatzferkel entsprechen.

Versuchsanstellung, Probengewinnung und Analysen: Jeweils 2 x 8 Ferkel wurden sechs Tage vor, am Absatztag oder einen, fünf und 15 Tage nach dem Absetzen getötet. Der komplette GIT wurde entnommen. Der Dünndarm wurde von proximal nach distal in drei gleiche Teile geteilt, die als Duodenum, Jejunum bzw. Ileum definiert wurden. Von jedem Abschnitt wurde der gesamte Darminhalt entnommen und von jeweils vier Tieren gepoolt.

Zur klassischen Bestimmung der Mikroflora wurden Verdünnungsreihen der Proben angefertigt, auf Selektivnährböden (Sifin®) Laktobazillen und Enterobakterien kultiviert und die koloniebildenden Einheiten [log KBE/g] ausgezählt.

Die molekularbiologischen Untersuchungen Denaturing-Gradient-Gel-Electrophoresis (DGGE) und 16SrDNS-Sequenzanalyse erfolgten nach den methodenspezifischen Verfahren (SANGUINETTI et al., 1994). Die flüchtigen Fettsäuren wurden mittels Gaschromatographie (GEISSLER et al., 1976) und Milchsäure nach dem modifizierten kolorimetrischen Verfahren (HAACKER et al., 1983) bestimmt.

Ergebnisse

Versuchstiere:

Über den gesamten Versuch zeigten die Tiere keine äußeren Anzeichen von Erkrankungen, Tierverluste traten nicht auf. Zum jeweiligen Schlachtzeitpunkt waren die Lebendmassen zwischen den Versuchsgruppen nicht signifikant unterschiedlich.

Metabolite:

Ein Anhaltspunkt über die im Verdauungstrakt ablaufenden mikrobiellen Prozesse kann mit der Bestimmung der mikrobiellen Stoffwechselprodukte im Chymus der jeweiligen Darmabschnitte erhalten werden.

Der Gehalt an Milchsäure spiegelt die Aktivität der Laktobazillen wider (Tab. 1). In den vorliegenden Untersuchungen sank die Milchsäurekonzentration bis einen Tag

nach dem Absetzen und stieg danach allmählich wieder an. Ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Diäten war nicht erkennbar. Die Konzentration der flüchtigen Fettsäuren (FFS) im Ileum war erwartungsgemäß niedrig, da sie bei gesunden Tieren vorwiegend von den Dickdarmbakterien produziert werden. Die in Tabelle 1 dargestellten konstanten Werte zeigen, dass die Bildung der FFS unabhängig von Alter und Fütterungsregime war.

Tabelle 1

Gehalt an Milchsäure und flüchtigen Fettsäuren im ilealen Chymus von Ferkeln vor und nach dem Absetzen bei unterschiedlicher Fütterung (Mittelwert \pm Standardabweichung) (Content of lactic acid and volatile fatty acids in ileal digesta of piglets pre- and postweaning and fed different diets; mean \pm SD)

Tag vor und nach dem Absetzen	Sauenmilch (SM)	Diät 1 (Fr+AB)	Diät 2 (Fr-AB)	Diät 3 (NF)	Diät 4 (HF)
Milchsäure (mmol/l)					
- 6	21,1 \pm 9,4				
0	8,2 \pm 2,7				
1		7,7 \pm 1,7	7,9 \pm 3,3	17,4 \pm 19,7	7,5 \pm 4,5
5		9,7 \pm 4,3	26,3 \pm 10,5	30,1 \pm 26,2	25,0 \pm 28,3
15		28,2 \pm 7,4	21,3 \pm 22,5	35,9 \pm 24,3	23,9 \pm 35,8
Flüchtige Fettsäuren (mmol/l)					
- 6	12,3 \pm 7,1				
0	8,3 \pm 0,6				
1		9,3 \pm 4,0	9,0 \pm 7,9	5,8 \pm 4,4	17,4 \pm 15,0
5		4,9 \pm 2,3	8,2 \pm 7,7	3,0 \pm 4,1	4,8 \pm 4,1
15		9,3 \pm 2,9	5,5 \pm 4,9	6,5 \pm 4,5	5,1 \pm 2,9

Mikrobiologie:

Die bakteriellen Metabolite Milchsäure und flüchtige Fettsäuren geben keine direkte Auskunft über die tatsächliche mikrobielle Besiedlung des Ileums. Eine Methode zur direkten Erfassung der intestinalen Mikroflora ist die klassische Mikrobiologie, deren Ergebnisse in Tabelle 2 zusammengefasst sind. Die höchste Besiedlung mit Laktobazillen konnte im Ileumchymus vor dem Absetzen festgestellt werden. Der weitere Verlauf der Besiedlung mit Milchsäurebakterien ist komplementär zu dem der beobachteten Milchsäurekonzentration. Ein leichter Anstieg der Besiedlung des Ileums mit Enterobakterien war bis fünf Tage nach dem Absetzen zu verzeichnen. Anschließend reduzierte sich deren Anzahl wieder auf das Ausgangsniveau (sechs Tage vor dem Absetzen; Tab. 2). Während am ersten Tag nach dem Absetzen für Enterobakterien signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen beobachtet wurden, konnte im weiteren Verlauf kein signifikanter Einfluss der Futtermischungen auf die Enterobakterien und Laktobazillen im Ileum festgestellt werden. Ähnliche Angaben zu Enterobakterien und Laktobazillen im Ileum von Saug- und Absatzferkeln wurden von DECUYPERE und VAN DER HEYDE (1972), KOVACS et al. (1972), GEDEK et al. (1993) und MIKKELSEN und JENSEN (1998) mitgeteilt.

Um einen Überblick über die Diversität der mikrobiellen Ileumflora zu bekommen, wurde ein „fingerprint“ mittels DGGE angefertigt. Das DGGE-Profil der untersuchten Tiere (Abb.) ist relativ einheitlich und somit weitestgehend unabhängig vom Alter der Tiere und der aufgenommenen Nahrung. Das erhaltene Profil weist nur drei dominante Banden auf: eine untere und eine obere in den Proben vor und nach dem Absetzen, sowie eine mittlere. Diese mittlere Bande konnte nur nach dem Absetzen im Chymus

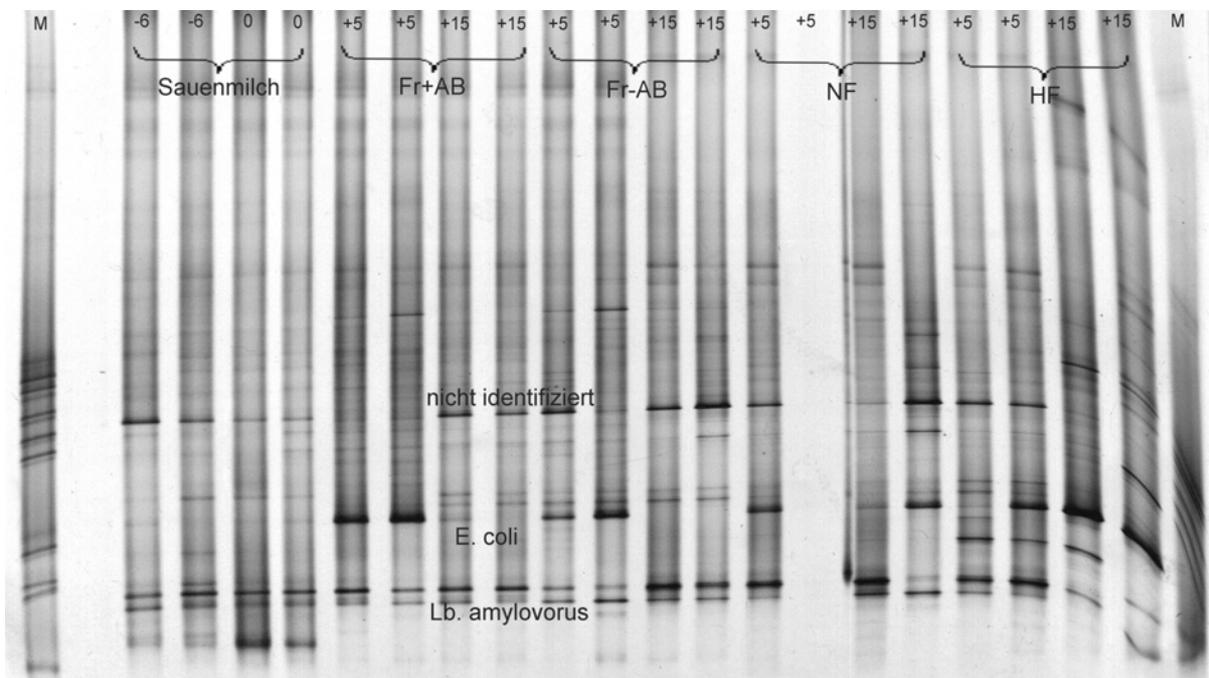
gefunden werden. Zur Identifizierung der dominanten Banden wurden diese einer 16SrDNS-Sequenz-Analyse unterzogen. Während uns bis jetzt die Sequenzierung der oberen Bande nicht gelungen ist, konnte festgestellt werden, dass es sich bei den anderen Banden um nicht-kultivierbare Bakterien-Klone handelt.

Tabelle 2

Mikrobielle Besiedlung des ilealen Chymus von Ferkeln mit Enterobakterien und Laktobazillen vor und nach dem Absetzen bei unterschiedlicher Fütterung (Mittelwert \pm und Standardabweichung) (Microbial counts in ileal digesta of piglets pre- and postweaning and fed different diets; mean \pm SD)

Tag vor und nach dem Absetzen	Sauenmilch (SM)	Diät 1 (Fr+AB)	Diät 2 (Fr-AB)	Diät 3 (NF)	Diät 4 (HF)
Enterobakterien (log KBE/g)					
- 6	6,8 \pm 0,8				
0	7,4 \pm 1,3				
1		6,8 \pm 0,5 ^a	7,7 \pm 0,7	7,5 \pm 0,5	8,4 \pm 0,6 ^a
5		7,8 \pm 0,8	8,3 \pm 0,3	7,8 \pm 0,5	8,2 \pm 0,1
15		7,1 \pm 1,0	6,4 \pm 1,4	8,2 \pm 0,6	6,8 \pm 1,6
Laktobazillen (log KBE/g)					
- 6	8,9 \pm 0,4				
0	8,7 \pm 0,2				
1		6,7 \pm 1,0	7,8 \pm 0,6	7,6 \pm 0,9	6,9 \pm 1,3
5		8,1 \pm 0,5	8,7 \pm 0,3	8,5 \pm 0,5	8,1 \pm 0,7
15		8,7 \pm 0,2	8,0 \pm 1,2	8,5 \pm 0,7	7,6 \pm 1,5

^a Signifikanz ($p > 0,05$); ^a significance ($p > 0,05$)



M: DGGE-Marker; -6, 0, +5 und +15 Tage vor bzw. nach dem Absetzen
(M: DGGE marker; -6, 0, +5, +15 days pre- resp. postweaning)

Abb.: DGGE-Profil des Ileumchymus von Ferkeln zu verschiedenen Zeitpunkten der Absetzphase und bei Fütterung unterschiedlicher Diäten (DGGE profile of ileal digesta of weaning piglets receiving different diets)

Die untere Bande repräsentiert Klone (p-3301-23G2, p-37-a5, p-3443-SwA2), die nach LESER et al., (2002) der *Lb. amylovorus*-Gruppe zuzuordnen sind. Bis jetzt wurden gleiche Stämme nur aus Dünn- und Dickdarminhalt von Schweinen sowie aus Maissi-

lage isoliert. Die Untersuchung der mittleren Bande dagegen ergab, dass der identifizierte Stamm S4D der *E. coli*-Gruppe zugeordnet werden kann (FAVIER et al., 2002), der bisher bei mit Muttermilch ernährten Säuglingen gefunden werden konnte.

Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen bestand in der Charakterisierung der ilealen Mikroflora bei Ferkeln zum Zeitpunkt des Absetzens sowie der Prüfung des Einflusses von Futtermischungen mit und ohne Antibiotika bzw. unterschiedlichen Rohfasergehalten.

Die vorgestellten Untersuchungen haben gezeigt, dass unter den beschriebenen Versuchsbedingungen die mikrobielle Besiedlung – und damit auch die Gehalte an mikrobiellen Metaboliten – im Ileumchymus der Ferkel zum Zeitpunkt des Absetzens weitestgehend konstant waren. Die dominierenden Bakterien im Untersuchungszeitraum waren die Gruppe der Laktobazillen, die im Verlauf des Absetzens zahlenmäßig abnahmen, aber innerhalb weniger Tage, unabhängig von der verabreichten Diät, wieder die Werte vor dem Absetzen erreichten. Wie die DGGE und 16SrDNS-Sequenzanalyse zeigten, waren die Laktobazillen vorwiegend der *Lb. amylovorus*-Gruppe zugehörig. Diese Gruppe scheint spezifisch für den GIT von Schweinen zu sein, da sie bisher nur in porcinen Darminhalten beobachtet werden konnte. Auch LESER et al. (2002) wiesen in ihren Untersuchungen an dänischen Schweinen verschiedenen Alters und unterschiedlicher Fütterung diese zur *Lb. amylovorus*-Gruppe gehörigen Laktobazillen nach.

Im DGGE-Profil konnte der *E. coli*-Klon S4D im Ileumchymus nur nach dem Absetzen festgestellt werden. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Ergebnissen der klassischen Mikrobiologie, mit der Enterobakterien auf VRBD-Agar bereits bei den Saugferkeln nachgewiesen wurden. Um diesen Widerspruch klären zu können, wird das Probenmaterial gegenwärtig zusätzlichen Analysen (z.B. Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung (FISH)) unterzogen.

Aufbauend auf den erhaltenen Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass sich - entgegen den Erwartungen - die Veränderungen der ilealen Mikroflora während des Absetzens weitaus weniger gravierend darstellen. Dabei ist nicht auszuschließen, dass die unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis während des Absetzens auftretenden Stressfaktoren (Trennung von Sau und Wurfgeschwistern, Umgebungsveränderung, Veränderung des sozialen Umfeldes, plötzliche Futterumstellung, etc.) durch die während des Versuches herrschenden konstanten hygienischen Bedingungen gemildert wurden. Diese Interpretation wird dadurch unterstützt, dass kein Effekt durch die Verabreichung von antibiotisch wirkenden Futterzusatzstoffen (Avilamycin) bei Absatzferkeln beobachtet werden konnte. Die Anwendung von antimikrobiellen Futteradditiven zur Verminderung des Absatzstresses ist bei Einhaltung der guten landwirtschaftlichen Praxis mit konsequentem Hygienemanagement unbegründet.

Literatur

DECUYPERE, J.; VAN DER HEYDE, H.:

Study of the gastro-intestinal microflora of suckling piglets and early weaned piglets reared using different feeding systems. Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene, I. Abt. Orig. A **221** (1972), 492-510

- FAVIER, C.F.; VAUGHAN, E.E.; DE VOS, W.M.; AKKERMANS, A.D.L.:
Molecular monitoring of succession of bacterial communities in human neonates. *Applied and Environmental Microbiology* **68** (2002) 1, 219-226
- GEDEK, B., KIRCHGESSNER, M.; WIEHLER, S.; BOTT, A.; EIDELSBURGER, U., ROTH, F.X.:
Zur nutritiven Wirksamkeit von *Bacillus cereus* als Probiotikum in der Ferkelaufzucht. *Archives of Animal Nutrition* **44** (1993), 215-226
- GEISSLER, Ch.; HOFFMANN, M.; HICKEL, B.:
Ein Beitrag zur gaschromatischen Bestimmung flüchtiger Fettsäuren. *Archives of Animal Nutrition* **26** (1976), 123-129
- HAACKER, K.; BLOCK, H.-J.; WEISSBACH, F.:
Zur kalorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. *Archives of Animal Nutrition* **33** (1983), 505-512
- JENSEN B.B.:
The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* **7** (1998), 45-64
- KOVACS, F.; NAGY, B.; SINKOVICS, G.:
The gut bacterial flora of healthy early weaned piglets, with special regard to factors influencing its composition. *Acta veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae* **22** (4) (1972), 327-338
- LESER, T.D.; AMENUVOR, J.Z.; JENSEN, T.K.; LINDECORONA, R.H.; BOYE, M.; MØLLER, K.:
Culture-independent analysis of gut bacteria: the pig gastrointestinal tract microbiota revisited. *Applied and Environmental Microbiology* **68** (2002) 2, 673-690
- MIKKELSEN, L.L.; JENSEN, B.B.:
Performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of piglets fed fermented liquid feed at weaning. *Journal of Animal and Feed Sciences* **7** (1998), 211-215
- NRC 1998:
Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition (1998). National Academy Press, Washington D.C.
- SANGUINETTI, C.J.; DIAS NETO, E.; SIMPSON, A.J.:
Rapid silver staining and recovery of PCR products separate on polyacrylamide gels. *Biotechniques* **17** (1994) 5, 914-921
- WEGENER, H.C.; AARESTRUP, L.B.; HAMMERUM A.M.; BAGER, F.:
The association between the use of antimicrobial growth promoters and development of resistance in pathogenic bacteria towards growth promoting and therapeutic antimicrobials. *Journal of Animal and Feed Sciences* **7** (1998), 7-14

Anschriften der Verfasser

JEANNETTE KLÜSS, Dr. MANFRED KWELLA, Dr. SIEGFRIED KUHLA,
Dr. WOLFGANG-BERNHARD SOUFFRANT
Institut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)
FB Ernährungsphysiologie „Oskar Kellner“
Wilhelm-Stahl-Allee 2
D-18196 Dummerstorf

Prof. Dr. ANTOON AKKERMANS, SERGEY KONSTANTINOV
Wageningen University
Laboratory of Microbiology
Wageningen
Niederlande

BERND LOSAND, HENNING DRESCHSEL, JÖRG MARTIN und ANTJE PRIEPKE

Nutzung einheimischer Eiweißpflanzen in der Fütterung

Summary

Title of the paper: **The use of local protein plants in feeding farm animals**

Faba beans, field peas and lupines are at first protein sources in the feeding of farm animals. But also they can provide starch and fat in a noticeable volume. In dependence of species and using arts of animal these legumes can cover a considerable part of the protein demands, but they must be supplemented by sulphuric amino acids especially in the feeding of poultry and threonine in the case of swine and poultry feeding. Because of the high ruminal degradability the local legume proteins priority should be used in cover basic needs of ruminants. Feeding for high milk yield and growth rates needs supplementation of undegradable protein sources such as treated canola and soybean meal or treated local legumes, respectively. The feeding recommendations made in this paper cover a wide scope of decisions but the specific use in a feeding ration will be done carefully basing actual analysed content of nutrients and antinutritive substances as well as the further used feeds. The specific antinutritive effects of the oligosaccharides and non starch carbohydrates can be partly reduced by specifically acting enzymes.

Key Words: faba beans, field peas, lupines, feeding value, antinutritive substances, feeding recommendations

Zusammenfassung

Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen sind in erster Linie als Eiweißlieferanten für die Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere anzusehen. Sie liefern darüber hinaus aber in beachtlichem Umfang auch Stärke bzw. Fett. Als Eiweißlieferanten können sie je nach Tierart und Nutzungsrichtung einen beträchtlichen Teil des Proteinbedarfes decken, müssen aber durch schwefelhaltige Aminosäuren, insbesondere in der Geflügelernährung und Threonin ergänzt werden. Wegen der hohen ruminalen Abbaubarkeit des Proteins sind die einheimischen Leguminosen eher prädestiniert für die Grundversorgung. Für die Leistungsfütterung ist eine Ergänzung mit pansenstabilen Proteinquellen notwendig. Die genannten Einsatzempfehlungen decken weite Entscheidungsbereiche ab. Die konkrete Einsatzhöhe ist aber immer sorgfältig abzuwägen. Dabei spielen die im Einzelfall ermittelten und sortenbedingt unterschiedlichen Nährstoffgehalte, die antinutritiv wirkenden Inhaltsstoffe und die Wahl der weiteren Rationskomponenten eine Rolle. Die speziellen antinutritiven Effekte der Oligosaccharide und Nichtstärkepolysaccharide können durch den Einsatz spezifisch wirkender Enzympräparate gemildert werden.

Schlüsselwörter: Ackerbohnen, Lupinen, Erbsen, Futterwert, Einsatzbeschränkungen, Einsatzempfehlungen

Problemstellung

Der Ruf nach verstärkter Nutzung eigener Möglichkeiten der Futtermittelbereitstellung war und ist im Zuge zunehmender Globalisierung der Wirtschaftskreisläufe immer wieder und besonders dann laut zu hören, wenn finanzielle Spielräume enger werden, wenn Qualitätsprobleme auftreten bzw. ethische Bewertungen Änderungen erfahren. So ist es durch die Liberalisierung der Rohstoffmärkte heute sehr einfach, zu tendenziell niedrigen Preisen Futtermittel der gewünschten Nährstoffzusammensetzung als auch hygienischen Qualität zu kaufen. Besonders auf dem Markt für Eiweißfuttermittel kommt es zu einer deutlichen räumlichen Trennung von Lieferanten der Rohstoffe und Verbrauchern. Die Preisbildung der Futtermittelrohstoffe am Weltmarkt bestimmt

die regional geprägte Wirtschaftlichkeit der Veredlung zu tierischen Rohstoffen. Auf Europa bezogen, hat die Liberalisierung des Futtermittelmarktes dazu geführt, dass einige regional typische Futterpflanzen aus dem landwirtschaftlichen Anbau weitestgehend verdrängt wurden. Die Preisschwankungen für Proteinfuttermittel wie auch die Bedeutung von Sojaöl im Lebensmittelbereich und die damit verbundene Notwendigkeit der Rückstandsverwertung führten bis jetzt nicht zu einer konsequenten Neu-etablierung einheimischer Leguminosen im Marktfrucht- und Futterpflanzenbau. Sowohl die BSE-Krise als auch wachsende ethische Vorbehalte gegenüber dem Konsum von Lebensmitteln auf der Basis von Rohstoffen, die mit Hilfe von gentechnisch veränderten Organismen gewonnen wurden, zwingen uns sehr vordergründig und kurzfristig, sich wieder mehr mit den Möglichkeiten der Eiweißproduktion aus einheimischen pflanzlichen Rohstoffen zu beschäftigen. Dies entspricht aber eigentlich voll den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung unserer Kulturlandschaft. Andererseits widerspricht eine Entfernung von tierischen Rohstoffen aus der Nahrungskette des Menschen, wie sie praktisch mit dem Verfütterungsverbot „... proteinhaltiger Erzeugnisse und von Fetten aus Gewebe warmblütiger Landtiere ... „ (VerfVerbG, 2001) geschieht, diesem Nachhaltigkeitsgebot gravierend.

Die verstärkte Nutzung einheimischer Eiweißpflanzen (Leguminosen) lässt sich nur durchsetzen, wenn mit ihnen die gewachsenen Bedürfnisse der Nutztiere an die Fütterung aus einer stetigen Steigerung des genetisch bedingten Leistungspotentials befriedigt werden können.

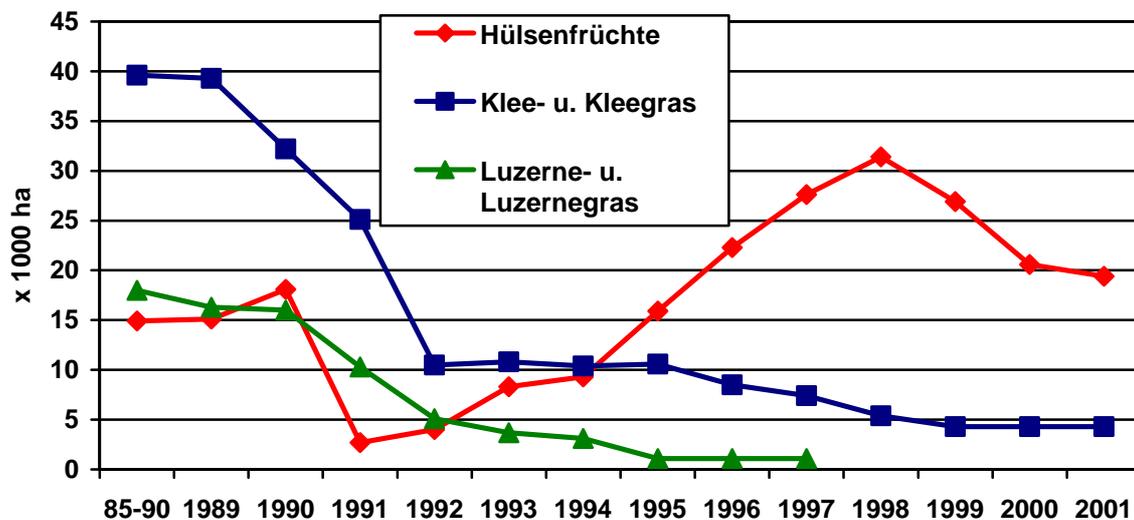


Abb. 1: Entwicklung der Leguminosenanbauflächen in Mecklenburg- Vorpommern seit 1985 (Development of area of legumes in Mecklenburg-Vorpommern since 1985)

Neben der Nutzung von Extraktionsschroten bzw. Presskuchen aus einheimischen Ölsaaten wie Raps, Sonnenblumen und Lein ist vor allem ein verstärkter Anbau von Leguminosen zur Körner- und Grobfutterproduktion von großem wirtschaftlichen Interesse. Die Entwicklung des Leguminosenanbaus zur Marktfrucht- bzw. zur Grobfutterproduktion in Mecklenburg-Vorpommern (Abb. 1) von 1985 bis 1991 dürfte typisch für die neuen Bundesländer sein. Nach 1991 ist von einer gleichartigen Entwicklung der Anbauverhältnisse im gesamten Bundesgebiet auszugehen. Der Anteil Körnerleguminosen am Marktfruchtbau vor 1990 betrug 1,5 bis 2% der Ackerfläche (AF) und ging im Jahr 1991 fast schlagartig auf weniger als 0,5% zurück.

Mit dem Entstehen neuer landwirtschaftlicher Betriebsstrukturen erholte sich der Hülsenfruchtbau deutlich auf ein höheres Niveau als vor 1990, stagniert zurzeit aber bei einem Anteil von knapp 2% der AF. Dagegen ging der Anbau von Klee- und Klee gras sowie Luzerne- und Luzerne gras bis 1999 auf ein dauerhaft sehr niedriges Niveau zurück.

Der Anbau von Hülsenfrüchten scheint nach wie vor interessant, ihr Anbaupotential wird aber stark beeinflusst von der Marktlage, der Wirtschaftlichkeit ihres Anbaus und den Möglichkeiten der Anbauförderung. Ihre Wettbewerbsfähigkeit wird durch weitere züchterische Bearbeitung des Futterwertes und möglicherweise über ein Bemühen um ein besseres Image und bessere Informationen über den tatsächlichen Fruchtfolgewert zu verbessern sein UFOP (1998). Dagegen scheint der Anbau von Klee, Klee gras und vor allem Luzerne bzw. Luzerne gras als Proteinlieferanten für die Wiederkäuerfütterung derzeit keine wirtschaftliche Alternative zum Anbau von Feldgras und Silomais einschließlich des Zukaufs von Proteinkonzentraten zu sein. So bieten sich auch für die Pflanzenzüchtung kaum Anreize zur weiteren züchterischen Bearbeitung aus der Sicht der gewachsenen Leistungsbereitschaft der Tiere und der Standortbedingungen.

Nährstoffpotential großkörniger einheimischer Leguminosen

Die Einsatzfähigkeit der einheimischen Leguminosen als Futtermittel für Schwein, Rind und Nutzgeflügel wird immer an den essentiellen Inhaltsstoffen Protein und Aminosäuren, Fett und Fettsäuren, den Faserstoffen, den Energiekennzahlen sowie möglichen antinutritiven Faktoren im Vergleich zu Soja- und Rapsextraktionsschrot bzw. Rapsexpeller, als den hauptsächlichen Proteinfuttermitteln, zu messen sein.

Tabelle 1

Nährstoff- und Energiegehaltsangaben der Samen großkörniger Leguminosen im Vergleich zu Soja- und Rapsextraktionsschrot (Content of nutrients and energy of seeds of legumes in comparison with soybean and rapeseed meal)

Parameter	ME	Sojaextr.- schrot	Rapsextr.- schrot	Futtererb- sen	Acker- bohlen	Süßlupinen		
						weiß	gelb	blau
Rohprotein	g/kg T	513	399	259	299	376	439	349
UDP-Anteil	%	30	30	15	15			
nutzbares RP	g/kg T	294	242	187	195	211	232	212
Rohfett	g/kg T	14	25	15	16	88	54	55
Rohfaser	g/kg T	65	127	68	90	136	167	159
NfE	g/kg T	341	368	621	556	359	289	399
ADF	g/kg T	100	180	80-96	116	195	186	232
NSP*	g/kg T					274	242	342
Lösliche NSP*	g/kg T					5,5	9,2	61
Stärke	g/kg T	73	0	475	411	127	44	96
Zucker	g/kg T	105	80	66	40	71	51	54
ME Schwein	MJ/kg T	14,8	10,9	15,5	14,4	15,5	14,6	14,4
ME Rind	MJ/kg T	13,75	12,0	13,5	13,6	14,7	14,3	14,2
ME Geflügel	MJ ME/ kg T	10,2	8,3	11,0	10,75	6,8	7,7	6,9

* aus KLUGE et al., 2002

Tabelle 1 zeigt, dass Erbsen und Ackerbohnen einen in diesem Vergleich eher mäßigen Proteingehalt haben, sich aber durch recht hohe Stärkegehalte auszeichnen. Der Fasergehalt ist mit dem von Sojaextraktionsschrot vergleichbar. Süßlupinen heben sich

durch einen mit dem Rapsextraktionsschrot vergleichbaren Rohproteingehalt sowie Rohfettgehalten zwischen 50 und 90g/kg T ab. Der Stärkegehalt ist mit 40 bis 130g/kg T eher niedrig. Es gibt jedoch auch deutliche Unterschiede zwischen den weiß-, gelb- und blaublühenden Lupinensorten. Das trifft auch für die Kennzahlen des Fasergehaltes zu, die bei den Lupinen relativ hoch ausfallen. Dies ist vor allem für die Ernährung der Schweine und besonders des Geflügels von Bedeutung, da diese keine im Dünndarm wirkenden Enzyme zu deren Verdauung besitzen. Dementsprechend niedrig fällt der energetische Beitrag der Lupinen für die Geflügelfütterung aus. Die blaublühenden Sorten weisen besonders hohe Gehalte an ADF auf, korrespondierend mit den höchsten NSP-Gehalten, insbesondere an löslichem NSP.

Begrenzend für die Verfütterung im Bereich der Leistungsfütterung bei Wiederkäuern zur Mast und bei Milchkühen ist das relativ weite Energie-/Eiweißverhältnis der einheimischen Körnerleguminosen. Der Bedarf für die Milchsynthese fordert je MJ NEL etwa 26 g nutzbares Rohprotein (nXP). Für Erbsen, Ackerbohnen und blaue Süßlupinen liegt dieses Verhältnis zwischen 22 und 23,8 g nXP je MJ NEL. Sie eignen sich daher eher für die Grundversorgung. Die Anforderungen aus der Mast von Rindern und Lämmern an das Protein/Energieverhältnis sind zwar etwas geringer, jedoch können die energie- und stärkereichen einheimischen Leguminosen das proteinarme Getreide in der Kraftfuttermischung oft nicht in ausreichendem Maße ergänzen (MAIERHOFER et al., 2001; MARTIN, 2002).

Aus der Sicht der Proteinversorgung der Monogastriden wird der Futterwert durch die Aminosäurezusammensetzung und deren Verdaulichkeit bestimmt. Hier sind vor allem der Gehalt an Lysin, Methionin + Cystin, Threonin und Tryptophan als essentielle Aminosäuren absolut und in ihrem Verhältnis zueinander zu bewerten. Allen Leguminosen gemeinsam ist ihr geringer Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren (Methionin und Cystin) im Protein vor allem aber im Verhältnis zum Lysin. Ackerbohne und Erbsen schneiden hier am schlechtesten ab. Im Verhältnis der schwefelhaltigen Aminosäuren und des Threonin zu Lysin sind die Lupinenarten dem Sojaprotein gleichwertig. Jedoch wird wegen des deutlich geringeren Anteils des Methionins an den beiden schwefelhaltigen Aminosäuren (30-35% bei den Lupinen; 45% bei Soja) die Versorgungssituation ungünstiger gesehen (ROTH-MAIER et al., 2003). Das aus Sicht der Zusammensetzung von tierischem Eiweiß (Schwein) optimale Verhältnis zu Lysin von 0,6 für Methionin+Cystin wird von den Leguminosen generell nicht erreicht. Bei Geflügel verschiebt sich nach ZOLLITSCH et al. (2000) das optimale Verhältnis aufgrund des Bedarfes für das Federkleid vor allem bei den schwefelhaltigen Aminosäuren auf 0,7 bis fast 1,0. Auch gibt es nach ROTH-MAIER und PAULICKS (2002) zwischen den Lupinensorten deutliche Unterschiede im Aminosäuregehalt und -verhältnis. Aus Sicht des optimalen Aminosäurenverhältnisses gibt es die Möglichkeit des Einsatzes synthetischer Aminosäuren oder der Kombination mit Raps- oder Getreideprotein. Ein gleiches Verhältnis von 0,6 ist für das Threonin anzustreben und wird vom Lupinenprotein auch erreicht. Bei Ackerbohnen und Erbsen gibt es Abstriche. Der Bedarf an Tryptophan ist geringer und wird mit 0,2 g/g Lysin angesetzt. Hier werden sowohl von den Lupinen als auch von Ackerbohnen und Erbsen die Anforderungen nicht erfüllt. Andererseits geben auch hier Raps- und Getreideprotein gute Ergänzungsmöglichkeiten.

Interessante Angaben zum Vitamin B-Gehalt der Lupinen gibt es von ROTH-MAIER und PAULICKS (2002). So wäre z.B. der Biotin-Gehalt der gelben Lupine mit 0,17

mg/kg T ausreichend als notwendige Ergänzung in Jungrinder- und Milchkuhrationen zur Verbesserung der Klauenfestigkeit. Nennenswert sind aber auch der relativ hohe Vitamin A-Gehalt der reifen Erbsensamen (149 mg/kg T) oder der beachtliche Vitamin E-Gehalt (180 mg/kg T) bei der Andenlupine *Lupinus mutabilis* (MARQUARD, 2000).

Infolge des hohen Fettgehaltes der Lupinen ist eine Betrachtung der Fettsäurezusammensetzung, vor allem der ungesättigten Fettsäuren, interessant.

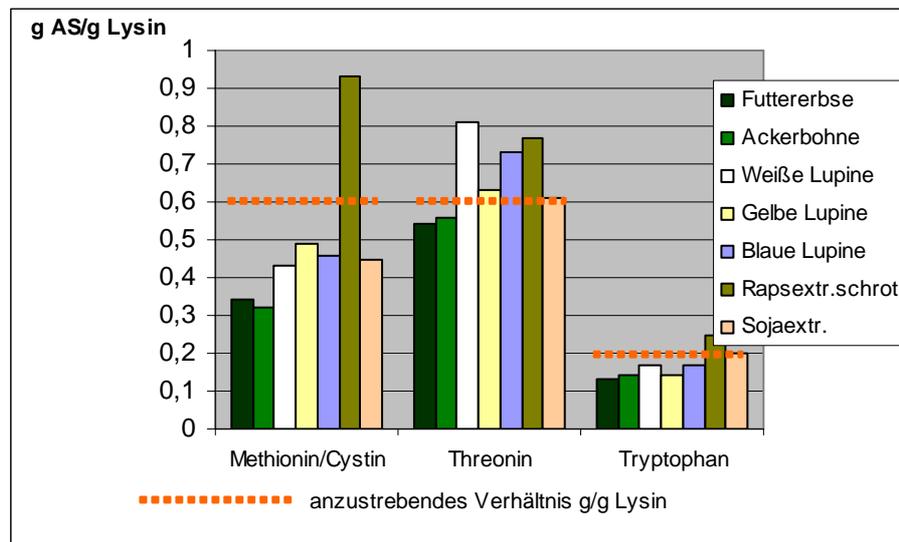


Abb. 2: Relative Gehalte an Methionin/Cystin, Threonin und Tryptophan zu Lysin (Lysin = 1) in Futtererbsen-, Ackerbohnen- und Lupinenproteinen im Vergleich zu Soja- und Rapsprotein (nach ABEL, 1996; ergänzt) (Relative contents of methionine/cystine, threonine, and tryptophan to lysine (lysine = 1) in the proteins of feeding peas, broad beans, and lupins in comparison with the protein of soybean and rape (ABEL, 1996; expanded))

Für die Anteile der ernährungsphysiologisch bedeutenden Öl-, Linol- und Linolensäure in der weißen Lupine werden beispielsweise ähnlich hohe Werte wie für erucasäurearmen Raps berichtet (MARQUARD, 2000). Allerdings widersprechen sich gerade im Linolensäureanteil Angaben von MARQUARD (2000) und von BOGUSLAWSKI et al. (1992). Insgesamt gibt es aber wenige Aussagen zur Fettsäurezusammensetzung von Lupinen. Für blaublühende Sorten fehlen sie völlig.

Antinutritive Inhaltsstoffe

Für Leguminosensamen sind von JEROCH et al. (1993) die antinutritiven Inhaltsstoffe in einer Übersicht zusammengefasst worden. Dazu zählen Tannine, Lectine, Protease-Inhibitoren, eine Reihe von Glucosiden, Alkaloide und Antivitamine. Sie wirken beim Verzehr roher Samen leistungsmindernd bis toxisch. Nach MARQUARD (2000) sind Tannine vor allem in Samen der buntblühenden Ackerbohnen in Größenordnungen von 2,1 – 4,5 % der Trockenmasse enthalten. Bei Futtererbsen sind die Gehaltswerte zwischen 1,5 und 2,5% anzusetzen. Auch hier weisen weißblühende Formen geringere Gehalte auf. Lectine werden vor allem als Hämagglutinine wirksam, weil sie sich an die Erythrozyten anheften und sie koagulieren. Diese toxische Wirkung wird vor allem für die Sojabohne, weniger für die Erbsen beschrieben. Durch Kochen werden Lectine denaturiert. Auch die Protease-Inhibitor-Aktivität von Leguminosensamen lässt sich

durch Erhitzen aufheben. Alkaloide finden sich vor allem in Lupinensamen. Sie sind in der Regel toxisch, verursachen auch den bitteren Geschmack der alkaloidreichen Formen und haben zur Bezeichnung Bitterlupine geführt. Durch die züchterische Bearbeitung der Lupinen konnten alkaloidarme Lupinenformen geschaffen werden, die als Süßlupinen bezeichnet werden. Als alkaloidarm gelten Lupinensorten mit einem Alkaloidgehalt von weniger als 0,05%. Neuere Sorten enthalten <0,01% Alkaloide. Auch bei alkaloidarmen Lupinen ist in Abhängigkeit von der Höhe des Restalkaloidgehaltes eine Beeinflussung des Futtermittels und damit der tierischen Leistung bei Schweinen und Wiederkäuern zur Mast nicht auszuschließen (DRESCHER, 2003).

Von erheblichem antinutritiven Wert scheint der Gehalt der Leguminosen an bestimmten Oligosacchariden (Raffinose, Stachyose, Verbascose) und an den Nichtstärkepolysacchariden zu sein. Sie sind wegen des Fehlens von α 1,6-Galactosidase im Verdauungstrakt für Monogastriden unverdaulich. Erst im Dickdarm wird durch die dort lebenden Mikroorganismen dieses Enzym gebildet. Durch den bakteriellen Abbau dieser Oligosaccharide und gleichzeitig der Pentosane entstehen CO_2 , Methan und H_2 , die verantwortlich für nicht unbeträchtliche Blähungen sind. Die höchsten Gehalte an Oligosacchariden scheinen einer Untersuchung von KLUGE et al. (2002) zufolge die gelbe Süßlupine (83 g/kg T) und die geringsten die blaue Süßlupine (49 g/kg T) aufzuweisen. In Erbsen sollen nach SOUCI et al. (1989) etwa 29 g Oligosaccharide/kg T enthalten sein. Es gibt jedoch bereits Bemühungen, durch den Einsatz von Enzympräparaten (α -Galactosidasen) die negativen Einflüsse der Oligosaccharide von Körnerleguminosen vor allem in der Ferkel- und Broilerfütterung zu beheben und die energetische Ausbeute zu erhöhen (JEROCH et al., 1998; HUGHES et al., 2000).

Einsatzpotential

Aus dem Nährstoffpotential und den aus den Gehalten an antinutritiv wirkenden Inhaltsstoffen möglichen Einsatzbeschränkungen ergibt sich das in Tabelle 2 dargestellte Einsatzpotential.

Tabelle 2

Maximale Einsatzempfehlungen einheimischer Leguminosensamen (Recommendations on maximum use of local legume seeds)

	Ackerbohnen	Erbsen	Lupinen
Ferkel			
bis 15 kg Lebendmasse	-		
ab 15 kg Lebendmasse	bis 5%	20 - 30%	bis 5%
Mastschweine			
Anfangsmast	5 - 15%		15 - 20%*
Mittel-/Endmast	15 - 25%	20 - 40%	15 - 20%
Sauen			
tragend			
laktierend	5 - 15%	bis 25%	20 - 25%
Rinder***			
Milchkühe	2 - 4kg	bis 4kg	20%
Masttiere	1 - 2kg	bis 2,5kg	30%
Schafe**			
Mastlämmer	20 - 30%	20 - 30%	30%
Mutterschafe	0,2 - 0,5kg	20 - 45%	20 - 30%
Geflügel			
Legehennen	5 - 10%	15 - 30%	
Mastgeflügel	20 - 40%	20 - 50%	15 - 20%**

* 10 - 15% für die weiße Lupine; ** 20 - 25% für die gelbe Lupine; *** für Rinder und Schafe Angaben in kg/Tag oder % des Kraftfutters; Quellen: ABEL et al., 2003; ROTH-MAIER et al., 2003; BELLOF et al., 2003

Dabei ist zu berücksichtigen, dass krasse Futterumstellungen zu Leistungseinbußen führen können (DRESCHSEL, 2003). Fütterungsstrategisch sollte deshalb ein durchgängiger Einsatz der Leguminosensamen von der Aufzucht bis zur Endmast bzw. Zucht vorgesehen werden.

Literatur

- ABEL, H.:
Verwendungspotentiale und Probleme – Tierernährung. In: Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland. UFOP-Schriften, 1996, Heft 3, 161-208
- ABEL, H.; SOMMER W.; WEISS, J.:
Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Ackerbohnen in der Nutztierfütterung; UFOP-Praxisinformation; www.ufop.de, Stand 2003
- BELLOF, G.; SPANN B.; WEISS, J.:
Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Erbsen in der Nutztierfütterung; UFOP-Praxisinformation; www.ufop.de Stand 2003
- DRESCHSEL, H.:
Persönliche Mitteilung, 2003
- HUGHES, R.J.; CHOCT, M.; KOCHER, A.; VAN BARNEVELD, R.J.:
Effect of blood enzymes on AME and composition of digesta from broiler chicken on diets containing non-starch polysaccharides isolated from lupin kernel. *British Poultry Science* **41** (2000), 318-323
- JEROCH, H.; FLACHOWSKY, G.; WEISSBACH, F.:
Futtermittelkunde; Gustav-Fischer-Verlag Jena und Stuttgart (1993)
- JEROCH, H.; NONN, H.; KLUGE, H.:
Prüfung der Wirksamkeit kohlenhydratspaltender Enzyme als Ergänzung zu Körnerleguminosen für die Jungmasthühner- und Absatzferkelfütterung. www.verwaltung.uni-halle.de (1998)
- KLUGE, H.; HIRCHE, F.; EDER, K.:
NSP- und Oligosaccharidgehalte von Lupinen der Spezies *L. angustifolius*, *L. luteus* und *L. albus*. Vortrag auf der 7. Tagung Schweine- und Geflügelernährung an der MLU Halle-Wittenberg 26. – 28. 11. 2002 Lutherstadt Wittenberg; 145-147
- MAIERHOFER, R.; OBERMAIER, A.; HITZLSPERGER, L.; SPANN, B.:
Einsatz von Erbsen und Ackerbohnen in der Mast von Bullen mit Mischrationen. www.stmlf.bayern.de/blt/infos (2001)
- MARQUARD, R.:
III. Nutritive und antinutritive Inhaltsstoffe der Leguminosen. www.bild.uni-giessen.de (2000)
- MARTIN, J.:
In SCHULZ, R.R.; SCHUMANN, W.; MARTIN, J.; LOSAND, B.; PRIEPKE, A.; HEILMANN, H.; GRUBER, H.: Eiweißproduktion mit einheimischen Nutzpflanzen, Studie der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. www.landwirtschaft-mv.de (2002)
- ROTH-MAIER, D.; PAULICKS, B.R.:
Contents of nutrients and feed value of blue and yellow lupins (*Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L.) for pigs; Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, (2002) Band 11, 137
- ROTH-MAIER, D.; PAULICKS, B.R.; STEINHÖFEL, O.:
Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung; UFOP-Praxisinformation; www.ufop.de, Stand 2003
- SOUCI, S.W.; FACHMANN, W.; KRAUT, H.:
Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen, 4. Revidierte Auflage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart (1989)
- UFOP:
Ackerbohnen und Süßlupinen in der Tierernährung. UFOP-Schriften, Heft 11, 1998
- VerfVerbG 2001.
Gesetz über das Verbot des Verfütterns, des innergemeinschaftlichen Verbringens und der Ausfuhr bestimmter Futtermittel (Verfütterungsverbotsgesetz) vom 29. März 2001; im Bundesgesetzblatt I von BOGUSLAWSKI, HACKBARTH, HILDITCH, HIRSINGER, MARQUARD u. SCHLIEPHAKE 1992. in SCHUSTER, W.H. Ölpflanzen in Europa zit. In www.inaro.de/Deutsch/ROHSTOFF/industrie/OEL_FETT/fettsaur.htm

ZOLLITSCH, W.; WLCEK, S.; LEEB, Z.; BAUMGARTNER, J.: Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.-8. Juni 2000; BAL Gumpenstein

Anschrift der Verfasser

Dr. BERND LOSAND; HENNING DRESCHER; Dr. JÖRG MARTIN; Dr. ANTJE PRIEPKE
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V
Institut für Tierproduktion Dummerstorf
Wilhelm-Stahl-Allee 2
D-18196 Dummerstorf

Aus dem Institut für umweltgerechte Tierhaltung, Fachbereich Agrarökologie¹, Universität Rostock, der Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH Wuthenow² und dem Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, FB Ernährungsphysiologie³, Dummerstorf

MARKO RADKE¹, ARMIN HAGEMANN¹, MARTIN GABEL¹, BERND PIEPER²,
JÜRGEN VOIGT³ und SIEGFRIED KUHLA³

Verdaulichkeitsdepression bei der Hochleistungskuh – Berücksichtigung bei der Rationsformulierung

Summary

Title of the paper: **Decline of digestibility in the high-yielding dairy cow – Consideration at diet formulation**

Two diets showing almost the same composition were investigated in feeding trials with dairy cows (feeding level 5.0 or 4.6, resp., and 2.8 or 2.7, resp.) and with sheep (feeding level 1.4). Digestibility of nutrients (DM, OM, crude protein, crude fat, crude fibre, N-free extracts) as well as energy was significantly different between tested feeding levels. Regression analysis for all parameters mentioned above led to statistically proved dependence from the feeding level.

The metabolizable energy, the metabolizability of energy and the content of net energy lactation (NEL) per kg DM were calculated for feeding levels 1 – 6 based on the deduced regression equations as well as the calculation of gross energy, methane energy and urine energy in % of gross energy by SCHIEMANN et al. (1970). Thereby the NEL content declines per increase of feeding level by 0.11 MJ per kg DM. Based on the NEL requirement per kg FCM above the maintenance requirement, with increasing feeding level results a necessary increase of requirement per feeding level by 0,07 MJ NEL per kg FCM.

Key Words: decline of digestibility, feeding level, NELcontent, NELrequirement for milk production

Zusammenfassung

In Verdauungsversuchen mit Milchkühen (Ernährungsniveau (EN) 5,0 bzw. 4,6 und 2,8 bzw. 2,7) und mit Schafen (EN jeweils 1,4) wurden 2 fast gleich zusammengesetzte Rationen untersucht. Für die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe (TS, Org.-Subst., Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, N-freie Extraktstoffe) sowie für die Energie konnten zwischen den Ernährungsniveaus statistisch gesicherte Unterschiede ermittelt werden. Die Regressionsanalyse führte für alle Parameter zu statistisch gesicherten Abhängigkeiten vom Ernährungsniveau. Auf der Grundlage der abgeleiteten Gleichungen sowie den Gleichungen für die Berechnung der Bruttoenergie, der Methan- und Harnenergie in % der Bruttoenergie (SCHIEMANN et al., 1970) wurde die umsetzbare Energie, die Umsetzbarkeit der Energie und der Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL) für die Ernährungsniveaus 1 bis 6 berechnet. Dabei ergab sich ein Abfall des NEL-Gehaltes je Erhöhung des EN um eine Einheit von 0,11 MJ je kg TS. Bezogen auf den NEL-Bedarf je kg FCM oberhalb des Erhaltungsbedarfes resultierte mit zunehmendem Ernährungsniveau eine notwendige Erhöhung des Bedarfes je EN von 0,07 MJ NEL je kg FCM.

Schlüsselwörter: Verdaulichkeitsdepression, Ernährungsniveau, NEL-Gehalt, NEL-Bedarf für Milchproduktion

Einleitung

Neben der Futteraufnahme ist die Verdaulichkeit des Futters das wichtigste Kriterium in der Fütterung von Kühen mit hohen Leistungen. Aus diesem Grund ist nicht nur die Kenntnis über die Verdaulichkeit der Nährstoffe der verschiedenen Futtermittel auf dem Standardniveau (Ernährungsniveau (EN) 1-1,5) wesentlich, wie es zum Zweck des Futtermittelwertvergleiches festgelegt ist (SCHIEMANN, 1981; GfE, AfB, 1991),

sondern vor allem in Abhängigkeit von der Fütterungsintensität, d.h. dem jeweiligen Ernährungsniveau.

Mit steigender Leistung der Milchkuh steigt das Ernährungsniveau, und die Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energie sinkt. Das Problem des Rückgangs der Verdaulichkeit der Energie mit steigendem Ernährungsniveau und die damit einhergehende Kompensation des Energieverlustes durch die gleichzeitige Reduzierung der Methan- und Harnenergieexkretion (SCHIEMANN et al., 1970, 1971) ist in letzter Zeit vermehrt kritisch diskutiert worden (POPPE und PIEPER, 1999). Da sowohl der Rückgang der Verdaulichkeit der Energie als auch die Reduzierung der Methan- und Harnenergieexkretion mit steigendem Ernährungsniveau nur bis zu einem Ernährungsniveau von 3 – 3,5 experimentell belegt ist (SCHIEMANN et al., 1970, 1971), heute aber Leistungen bei Milchkühen auf dem Ernährungsniveau von 5 und 5,5 erbracht werden, stellt sich die Frage, ob die Relationen zwischen dem Rückgang der Verdaulichkeit der Energie und der entsprechenden Kompensation des Energieverlustes über die gleichzeitige Reduzierung des Methan- und Harnenergieverlustes mit steigendem Ernährungsniveau in dieser Form noch gültig sind.

Ziel der nachfolgend dargestellten Untersuchungen war es, die Verdaulichkeit von Rationen für Milchkühe mit hohen Leistungen auf unterschiedlichen Ernährungs-niveaus zu bestimmen und die Auswirkungen auf den Energiegehalt der Ration bzw. den notwendigen Energiemehrbedarf je kg Milch abzuschätzen.

Material und Methoden

Die Versuche waren so konzipiert, dass in zwei Versuchsreihen mit zwei annähernd gleichen Futtermischungen der Einfluss des Ernährungs-niveaus auf die Nährstoffverdaulichkeit geprüft wurde (Tab. 1).

Tabelle 1
Versuchsübersicht (Experimental design)

Ernährungsniveau	Versuchsreihe 1	Versuchsreihe 2
1,0 - 1,5	Hammel n = 4 Ration 1 TS-Aufnahme: 807 g/d Vorversuch: 14 d Hauptversuch: 7 d	Hammel n = 4 Ration 2 TS-Aufnahme: 796 g/d Vorversuch: 14 d Hauptversuch: 7 d
2,5 - 3,0	Milchkühe n = 4 Ration 1 TS-Aufnahme: 14,96 kg/d Vorversuch: 10 d Hauptversuch: 6 d	Milchkühe n = 4 Ration 2 TS-Aufnahme: 14,96 kg/d Vorversuch: 10 d Hauptversuch: 6 d
4,5 - 5,0	Milchkühe n = 4 Ration 1 TS-Aufnahme: 25,50 kg/d Vorversuch: 10 d Hauptversuch: 6 d	Milchkühe n = 4 Ration 2 TS-Aufnahme: 24,1 kg/d Vorversuch: 10 d Hauptversuch: 6 d

Versuchstiere

Hammel

Für die Prüfung des Ernährungs-niveaus 1-1,5 wurden Hammel der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf mit einer Lebendmasse von 36–39 kg genutzt. Die Tiere wurden einzeln in Stoffwechselkäfigen gehalten. Eine quantitative Futteraufnahme war gesi-

chert. Der Kot wurde in Kotsammelbeuteln, die den Tieren angelegt waren, aufgefangen.

Milchkühe

Für die Untersuchungen standen 8 Kühe der zweiten und dritten Laktation zur Verfügung. Für das Ernährungsniveau 4,5-5 befanden sich die Kühe zwischen dem 60. und 120. Laktationstag bei einer Milchleistung in der vorherigen Laktation von 10.000 bis 12.500 kg FCM/Jahr. Für das Ernährungsniveau 2,5-3 befanden sich die Kühe zwischen dem 180. und 260. Laktationstag bei einer Milchleistung von 7.500 bis 8.700 kg FCM in der zurückliegenden Laktation. Die Tiere wurden in Einzelfressständen gehalten, die eine quantitative Futteraufnahme sicherten. Das Melken der Tiere erfolgte dreimal täglich im Melkstand. Die durchschnittliche Milchleistung während der Versuchszeit betrug für das EN 4,5-5 46 kg FCM/d und für das Ernährungsniveau 2,5-3 22 kg FCM/d.

Die quantitative Sammlung des Kotes erfolgte manuell mit Eimern rund um die Uhr.

Rationszusammensetzung

Die Zusammensetzung der geprüften Ration entsprach exakt der Ration, die die Versuchstiere innerhalb des Bestandes erhielten, aus dem sie ausgewählt worden waren (Tab. 2).

Tabelle 2

Zusammensetzung der Ration und Nährstoffparameter (Composition of the rations and nutrient parameters)

Futtermittel	ME	Ration 1	Ration 2
Maissilage	%	50,4 ¹⁾	49,7 ²⁾
Grasanweklsilage	%	16,5	16,7
Maisschrot	%	7,7	7,7
proteinreiches Konzentrat	%	21,0	21,3
geschütztes Palmfett	%	1,6	1,7
Mineral- und Wirkstoffmischung ³⁾	%	2,8	2,9
Nährstoffparameter			
NEL	MJ/kg TS	7,0	6,9
nXP	g/kg TS	161	167
Rohfaser	g/kg TS	159	159
Rohfett	g/kg TS	49	49
N-freie Extrst.	g/kg TS	551	547

¹⁾ Sorte Lenz, ²⁾ Sorte Citi, ³⁾ bestehend aus 22 % NaHCO₃, 41 % D-Lactal, 8 % Niacin, 29 % Propylenglykol

Versuchsdurchführung, Probenaufbereitung und Analytik

Hinsichtlich der Versuchsdurchführung, der Probenaufbereitung und der Analytik wurden die von SCHIEMANN (1981) und der GfE (AfB, 1991) festgelegten Richtlinien eingehalten.

Mathematisch-statistische Auswertung

Die Berechnung der Verdaulichkeitsparameter, der Mittelwerte und deren Streuung erfolgte mit dem Programm EXCEL für Windows (Vers. 7.0). Die lineare Regressionsanalyse sowie der LSD-Test für Signifikanzprüfung wurden mit dem Programmpaket SPSS für Windows (Vers. 10.0) durchgeführt. Signifikante Unterschiede mit $p < 0,05$ wurden mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben in einer Zeile gekennzeichnet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Verdaulichkeitsuntersuchungen der Versuchsreihe 1 sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die Unterschiede sind bei den einzelnen Nährstoffparametern zwischen den drei Ernährungsniveaus gleichgerichtet, jedoch vom Niveau unterschiedlich ausgeprägt; bis auf eine Ausnahme (Rohfett) sind sie in allen Fällen mit $p < 0,05$ signifikant.

Tabelle 3

Scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energie in Versuchsreihe 1 in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau (Apparent digestibility of nutrients and energy in trial 1 depending on feeding level)

Verdaulichkeit (%)	EN = 5,0*		EN = 2,8*		EN = 1,4**	
TS	64,6 ^a	± 1,3	70,0 ^b	± 0,9	76,1 ^c	± 1,4
Org. Subst.	66,2 ^a	± 1,2	72,3 ^b	± 0,9	79,0 ^c	± 1,7
Rohprotein	63,1 ^a	± 2,5	67,7 ^b	± 2,0	77,0 ^c	***
Rohfaser	53,3 ^a	± 2,0	65,6 ^b	± 1,1	71,4 ^c	± 2,5
Rohfett	57,4 ^a	± 1,5	62,2 ^a	± 3,2	68,7 ^b	± 2,1
N-freie Extraktst.	71,5 ^a	± 0,8	76,4 ^b	± 0,9	82,7 ^c	± 2,3
Energie	62,8 ^a	± 1,3	68,7 ^b	± 1,0	75,8 ^c	± 1,5

* Milchkühe, ** Hammel, *** berechnet (36 g unverdauliches Rohprotein/kg TS-Aufnahme)

Die Ergebnisse des ersten Versuches werden durch die Ergebnisse des zweiten Versuches generell bestätigt (Tab. 4).

Tabelle 4

Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energie in Versuchsreihe 2 in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau (Digestibility of nutrients and energy in trial 2 depending on feeding level)

Verdaulichkeit (%)	EN = 4,6*		EN = 2,7*		EN = 1,4**	
TS	67,2 ^a	± 1,2	72,3 ^b	± 1,1	74,8 ^c	± 0,4
Org. Subst.	69,0 ^a	± 1,2	74,5 ^b	± 1,0	77,5 ^c	± 0,4
Rohprotein	66,3 ^a	± 1,3	71,5 ^b	± 2,2	78,3 ^c	***
Rohfaser	57,4 ^a	± 1,9	66,7 ^b	± 1,2	68,9 ^b	± 1,1
Rohfett	61,7 ^a	± 0,6	64,3 ^b	± 1,6	67,4 ^b	± 2,6
Energie	65,4 ^a	± 1,4	70,6 ^b	± 1,0	74,1 ^c	± 0,4

* Milchkühe, ** Hammel, *** berechnet (36 g unverdauliches Rohprotein/kg TS-Aufnahme)

Mit Ausnahme der Verdaulichkeit der Rohfaser und des Rohfettes zwischen den Ernährungsniveaus 2,7 und 1,4 sind die ermittelten Unterschiede signifikant.

Neben diesen Verdaulichkeitswerten für die speziell untersuchten Ernährungsniveaus ist der regressive Zusammenhang der Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energie mit dem Ernährungsniveau bedeutsam (Tab. 5).

Für alle Nährstoffe und für die Energie sind die ausgewiesenen Abhängigkeiten mit $p < 0,05$ signifikant.

Tabelle 5

Regressionsgleichungen für den Zusammenhang der Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energie mit dem Ernährungsniveau (Meßbereich 1,4 - 5) (Regression equations between digestibility of the nutrients and the feeding level, measure range 1,4 - 5)

Nährstoff / Energie	Gleichung	Streuung	Bestimmtheitsmaß
TS	= 79,36 - 2,85 EN	± 1,36	0,90
Org. Subst.	= 82,60 - 3,18 EN	± 1,42	0,92
Rohprotein	= 81,95 - 3,77 EN	± 2,47	0,83
Rohfett	= 71,26 - 2,58 EN	± 2,34	0,72
Rohfaser	= 77,53 - 4,54 EN	± 2,07	0,91
N-freie Extraktst.	= 85,23 - 2,64 EN	± 1,56	0,86
Energie	= 79,15 - 3,21 EN	± 1,39	0,92

Diskussion

Die Ergebnisse aus beiden Versuchsreihen sind bei annähernd gleicher Rationszusammensetzung erhalten worden, so dass sich eine Diskussion über den Einfluss einer unterschiedlichen Rationszusammensetzung auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe, wie sie von BROWN (1966), MOE et al. (1966), SCHIEMANN et al. (1971), COLUCCI et al. (1982) und MERTENS (1987) ermittelt wurde, erübrigt. Ein genereller Einfluss der Rationszusammensetzung wäre aber in weiteren Untersuchungen zu prüfen, auch wenn die Variation der Rationszusammensetzung bei Kühen mit sehr hohen Milchleistungen eingeschränkt ist. Neuere Untersuchungen von FINGER et al. (1998) bei TS-Aufnahmen von 8,4 kg, 14,0 kg und 21,0 kg je Kuh und Tag bei gleicher Rationszusammensetzung bestätigen die eigenen Ergebnisse.

Als wesentliche Wirkung des Ernährungsniveaus ist der Einfluß auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz und der Energie näher zu betrachten, weil dieser bei der leistungsabhängigen Rationsbilanzierung entweder bei den Bedarfswerten (GfE, 1986, 2001; AFRC, 1993) oder bei den Futterwertparametern (NRC, 1988, 2001) zu berücksichtigen ist.

Aus der Nutzung der Gleichung für die Berechnung der Bruttoenergie aus dem Nährstoffgehalt der Ration (DLG, 1997) sowie den Gleichungen von SCHIEMANN et al. (1970) für die Abhängigkeit der Harn- und Methanenergie in % der Bruttoenergie und der Gleichung für die Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie vom Ernährungsniveau (Tab. 5) lässt sich der energetische Futterwert für eine Ration gemäß der Zusammensetzung von Ration 1 und 2 (Tab. 2) für unterschiedliche Ernährungsniveaus berechnen (Tab. 6).

Für die Harn- und Methanenergieexkretion sind die Werte der Gleichungen von SCHIEMANN et al. (1970) extrapoliert, da experimentelle Werte fehlen.

Tabelle 6

Kalkulation des Gehaltes an umsetzbarer Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL) (MJ/kg TS) bzw. des NEL-Bedarfes je kg FCM in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau bei einer Kuh mit 650 kg Lebendmasse und einer TS-Aufnahme von 25 kg (Calculation of ME and NEL content (MJ/kg DM) or the NEL requirement per kg FCM resp. depending on feeding level in a dairy cow with 650 kg body weight and a DM intake of 25 kg)

Parameter		Ernährungsniveau					
		1	2	3	4	5	6
VK Org.-Subst.	%	79,3	76,2	73,0	69,9	66,7	63,6
VK Energie	%	75,5	72,5	69,4	66,4	63,3	60,3
Bruttoenergie (BE)	MJ/kg TS	18,65	18,65	18,65	18,65	18,65	18,65
Methanenergie	% der BE	9,98	8,70	7,42	6,14	4,86	3,58
Harnenergie	% der BE	5,43	4,45	3,47	2,49	1,51	0,53
Methanenergie	MJ/kg TS	1,86	1,62	1,38	1,15	0,91	0,67
Harnenergie	MJ/kg TS	1,01	0,83	0,65	0,46	0,28	0,10
Verd. Energie	MJ/kg TS	14,08	13,51	12,95	12,38	11,81	11,25
ME	MJ/kg TS	11,21	11,06	10,92	10,77	10,62	10,48
Q (ME/BE)		60,1	59,3	58,5	57,7	57,0	56,2
NEL	MJ/kg TS	6,81	6,70	6,59	6,48	6,37	6,27
NEL Erhaltungsbedarf	MJ/Tag	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7
NEL Aufnahme	MJ/Tag	170,2	167,5	164,7	162,0	159,3	156,8
Milchprod.	kg/d (3,14 MJ/kg Milch)	42,2	41,3	40,4	39,6	38,7	37,9
NEL (MJ) je kg Milch bezogen auf die NEL-Aufnahme beim EN=1		3,14	3,21	3,28	3,35	3,42	3,49

Das Ergebnis dieser Kalkulation zeigt, dass mit steigendem Ernährungsniveau um eine Einheit der Gehalt an umsetzbarer Energie um 0,15 MJ je kg TS und der Gehalt an NEL um 0,11 MJ je kg TS abnimmt.

Transformiert man diese NEL-Gehalte der einzelnen Ernährungsniveaus auf die Fütterung einer Kuh, die jeweils 25 kg TS je Tag frisst, dann resultiert mit zunehmendem Ernährungsniveau eine abnehmende Milchleistung oder ein jeweils höherer Bedarf an NEL je kg FCM. Letzterer zeigt deutlich, dass der NEL-Bedarf je kg FCM je Ernährungsniveau um 0,07 MJ ansteigt. Auf dem Ernährungsniveau von etwa 4 (ca. 35 kg FCM/d) ergibt sich ein Bedarf von 3,35 MJ NEL/kg FCM, der mit dem von der GfE, AfB (2001) festgelegten Bedarf von 3,30 MJ NEL/kg FCM (4 % Fett) gut übereinstimmt.

Literatur

AFRC:

Agricultural and Food Research Council: Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International (1993), Wallingford, UK

BROWN, L.D.:

Influence of intake on feed utilization. *J. Dairy Sci.* **49** (1966), 223-230

COLUCCI, P.E., CHASE, L.E.; van SOEST, P.J.:

Level of feed intake and diet digestibility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **65** (1982), 1445

DLG:

Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt a. Main (1997)

FINGER, T.; STEINGASS, H.; DROCHNER, W.:

Einfluß von teilgeschützten Fetten in der Ration und Fütterungsniveau auf die Methanbildung bei Milchkühen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **7** (1998), 48

GfE, AfB:

Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag Frankfurt a. Main (2001)

GfE, AfB:

Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* **65** (1991), 229-234

GfE, AfB:

Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 3: Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag Frankfurt a. Main (1986)

MERTENS, D.R.:

Predicting intake and digestibility using mathematical models of Rumen functions. *J. Anim. Sci.* **64** (1987), 1548

MOE, P.W.; FLATT, W. P.; MOORE L.A.:

Effect of level of feed intake on energy losses by dairy cattle. United States Department of Agriculture Agricultural Service. Annual Meeting of the American Dairy Science Association (1966), Corvallis, Oregon

NRC:

National Research Council: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6. Rev. Ed. National Academy Press (1988), Washington, DC

NRC:

National Research Council: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7. Rev. Ed. National Academy Press (2001), Washington, DC

POPPE, S.; PIEPER, B.:

Internationale Erfahrungen zur Fütterung auf hohe Milchleistungen. Tagungsber. der Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, 3. Symposium zu Fragen der Fütterung und des Managements von Hochleistungskühen am 13.01.1999 in Neuruppin

SCHIEMANN, R.; JENTSCH, W.; HOFFMANN, L.; WITTENBURG, H.:

Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 1. Mitteilung: Untersuchungen an Tieren mit unterschiedlichem Leistungspotential. *Arch. Tierernähr.*, **20** (1970), 227-251

SCHIEMANN, R.; JENTSCH, W.; HOFFMANN, L.; WITTENBURG, H.:

Zur Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie und der Nährstoffe von der Höhe der Futteraufnahme und der Rationszusammensetzung. Arch. Tierernähr. **21** (1971), 223-240

SCHIEMANN, R.:

Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterschätzung. Arch. Anim. Nutr. **31** (1981), 1-19

Anschriften der Verfasser

MARKO RADKE, ARMIN HAGEMANN, Prof. Dr. MARTIN GABEL

Universität Rostock

Institut für umweltgerechte Tierhaltung, Fachbereich Agrarökologie

Justus-von-Liebig-Weg 6

D-18059 Rostock

Dr. BERND PIEPER

Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH Wuthenow

Dorfstraße 34

D-16818 Wuthenow

Dr. JÜRGEN VOIGT, Dr. SIEGFRIED KUHLA

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, FB Ernährungsphysiologie,

Dummerstorf

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D-18196 Dummerstorf

SVEN DÄNICKE

Mykotoxine in der Fütterung – ein Problem ?

Summary

Title of the paper: **Mycotoxins in feeding: a problem?**

The special importance of the *Fusarium*-toxins deoxynivalenol and zearalenone for the feeding conditions in Germany is highlighted. The possibilities of the management of contaminated feedstuffs include mainly the feeding according to the species-specific sensitivity and the dilution based on the calculation of complete diets. Detoxifying agents (adsorptive acting substances) which are added to contaminated diets are ineffective in preventing fusariotoxicosis according to the current knowledge.

Key Words: mycotoxins, feeding, prevention

Zusammenfassung

Die besondere Bedeutung der *Fusarium*-Toxine Deoxynivalenol und Zearalenon für die Fütterungsbedingungen in Deutschland wird erläutert. Die Möglichkeiten des Umgangs mit kontaminierten Futtermitteln umfassen hauptsächlich die Verfütterung entsprechend der tierartspezifischen Empfindlichkeit sowie das Verschneiden im Rahmen der Rezepturgestaltung von Futtermischungen. Detoxifikationsmittel (adsorptiv wirkende Substanzen), die kontaminiertem Futter zugesetzt werden, sind nach bisherigem Kenntnisstand bei der Prävention von Fusariotoxikosen wirkungslos.

Schlüsselwörter: Mykotoxine, Fütterung, Vorbeugung

Einleitung

Verschiedene Schimmelpilzarten der Gattungen *Fusarium*, *Penicillium* oder *Aspergillus*, die weit verbreitet auf Pflanzen vorkommen und insbesondere bei Getreide durch ihre Pathogenität zu Ertragsminderungen führen können, bilden eine Reihe von sekundären Stoffwechselprodukten, die für Mensch und Tier gesundheitsgefährdend sein können und als Mykotoxine bezeichnet werden. Die besondere Bedeutung der *Fusarium*-Toxine geht daraus hervor, dass diese bereits vor der Ernte gebildet werden und witterungsabhängig mit großer Häufigkeit auf Getreide vorkommen. Unter den klimatischen und Anbaubedingungen in Deutschland sind die *Fusarium*-Toxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) von besonderer Bedeutung, da sie in Konzentrationen vorkommen können, die für das landwirtschaftliche Nutztier von toxi-kologischer Relevanz sind.

Sogenannte "*Fusarium*-Jahre" sind u.a. dadurch gekennzeichnet, dass nicht nur massive Ertragseinbußen bei der Getreideerzeugung auftreten, sondern dass auch mit einem erhöhten Vorkommen der durch diese Pilze gebildeten Toxine gerechnet werden muss (Tab. 1). Unter den Umwelt- und Produktionsbedingungen in Deutschland treten vor allem Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) in Konzentrationen auf, die tierartabhängig toxikologisch bedeutsam sind.

Tabelle 1

Deoxynivalenol- und Zearalenon-Konzentrationen in Getreide aus Deutschland (Deoxynivalenol and zearalenone concentrations in cereal grains from Germany)

Jahr, Region	Getreideart	Deoxynivalenol			Zearalenon		
		N (dav. positiv,%)	Bereich [µg/kg]	Mittelwert ¹⁾ [µg/kg]	N (dav. positiv,%)	Bereich [µg/kg]	Mittelwert ¹⁾ [µg/kg]
1987, Baden-Württemberg	Weizen	84 (96)	4-20.540	1.690	84 (80)	1-8.040	180
1989, Baden-Württemberg	Weizen	78 (69)	3-1.190	150	78 (14)	1-10	3
1992, Baden-Württemberg	Weizen	78 (95)	20-5.410	340	78 (19)	1-20	4
1998, Thüringen	Weizen	150 (71)	110-11.080	1.410	135 (7)	20 - 250	70
1998, Deutschland, gesamt	Weizen	52 (85)	100-34.600	6.820	52 (72)	10-2.200	520
2002, Nord-West	Weizen	116	<100-8.700	1.240	106	<10-972	92
	Gerste	30	100-490	100	30	<10-67	<10
	Roggen	20	100-1.200	450	20	<10-133	25
	Triticale	58	130-3.200	1.010	52	<10-266	70

¹ Mittelwerte positiver Proben

Quellen: MÜLLER et al., 1997; DÖLL et al., 2002; ELLNER, 2000, LUFA Nord-West (2002)

Möglichkeiten der Tierernährung im Umgang mit kontaminierten Futtermitteln

Selbst bei Anwendung aller verfügbaren pflanzenbaulichen Strategien zur Minimierung des Befalls von Getreide mit *Fusarium* wird sich eine *Fusarium*-Toxinkontamination nie vollständig verhindern lassen, da die Witterung als ein wesentlicher Risikofaktor anzusehen ist. Daher sind aus der Sicht der Tierernährung Strategien zu entwickeln, um negative Toxineinflüsse auf Tiergesundheit und Leistung als auch einen möglichen "Carry over" von Mykotoxinen in Lebensmittel tierischen Ursprungs zu verhindern.

Prinzipiell sind verschiedene Möglichkeiten denkbar:

1. Entsorgung von kontaminiertem Getreide, wenn kritische Toxinkonzentrationen überschritten werden

Eine solche Vorgehensweise erscheint betriebswirtschaftlich als auch volkswirtschaftlich nicht gerechtfertigt, da nach *Fusarium*-Epidemien unter Umständen beträchtliche Getreidemengen vernichtet werden müssten.

2. Verfütterung kontaminierter Chargen entsprechend der tierartspezifischen Empfindlichkeit gegenüber *Fusarium*-Toxinen

Da Schweine sowohl auf DON als auch ZON im Futter wesentlich empfindlicher reagieren als Hühner und Rinder (Übersichten bei z.B. BÖHM, 1992; BAUER, 2000; DÄNICKE et al., 2001), sollten kontaminierte Partien in der Rinder- und Hühnerfütterung unter Einhaltung kritischer Toxinkonzentrationen in der Gesamtration eingesetzt werden. Die vom BML herausgegebenen Orientierungswerte für kritische Konzentrationen von DON und ZON im Futter landwirtschaftlicher Nutztiere berücksichtigen die

tierartspezifischen Unterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber diesen Mykotoxinen (Tab. 2).

Auch bei einer solchen Vorgehensweise ist nicht mit einem bedeutsamen Übergang dieser Mykotoxine in Lebensmittel tierischen Ursprungs zu rechnen (DÄNICKE et al., 2000).

Tabelle 2

Orientierungswerte für kritische Konzentrationen an Deoxynivalenol und Zearalenon im Futter von Schwein, Huhn und Rind (mg/kg, 88 % Trockensubstanz) (BML, 2000) (Orientation values for critical concentrations of deoxynivalenol and zearalenone in diets for pigs, gallinaceous poultry and ruminants (mg/kg, based on 88 % dry matter) (BML, 2000))

Tierart/Kategorie	Deoxynivalenol	Zearalenon
präpubertäre weibliche Zuchtschweine	1	0,05
Mastschweine und Zuchtsauen	1	0,25
präruminierende Rinder	2	0,25
weibliches Aufzuchtrind/Milchkuh	5	0,5
Mastrind, Legehuhn, Masthuhn	5	- ¹

¹ nach derzeitigem Wissensstand keine Orientierungswerte erforderlich

3. Verschneiden von kontaminierten mit nicht-kontaminierten Futtermitteln

Das Ziel besteht hierbei darin, die Gesamtkonzentration des Mischfutters an DON und ZON soweit zu verdünnen, dass kritische Toxinkonzentrationen (siehe Tab. 2), deren Überschreitung zu einer Beeinträchtigung der Tiergesundheit führen würde, in der täglichen Gesamration unterschritten werden.

4. Detoxifizierung kontaminierter Chargen

Prinzipiell ist zwischen einer Futtermittelbehandlung und der Verwendung von Futterzusatzstoffen zu unterscheiden.

Mit einer Futtermittelbehandlung wird das Ziel verfolgt, die Toxinkonzentration auf physikalischem, chemischem oder biologischem Wege bereits vor der Verfütterung zu reduzieren. Diese Verfahren sind in verschiedenen Übersichtsarbeiten beschrieben und bewertet worden (z.B. MÜLLER, 1982, 1983; SCOTT, 1984; BAUER, 1994; CHARMLEY and PRELUSKY, 1994; KAN, 1994; SCOTT, 1998; DÄNICKE et al., 2000), wobei generell festzustellen ist, dass insbesondere physikalische und chemische Verfahren bisher nur im Labor-Maßstab getestet wurden bzw. den technischen und finanziellen Aufwand bei der Herstellung von Futtermischungen erhöhen.

Futterzusatzstoffe mit deklarierten detoxifizierenden Eigenschaften, die dem Futter während des Mischens zugegeben werden, verfolgen das Ziel, die Detoxifizierung während der Passage des Futters durch den Verdauungstrakt zu erreichen. Verwendung hierbei finden klassische Adsorbentien (Tonminerale), Hefebestandteile oder Probiotika, die von einer Verhinderung der Toxinwirkung durch Wechselwirkung zwischen Detoxifikationsmittel und Toxin unter den Bedingungen des Verdauungstraktes (pH, Temperatur, Feuchte) ausgehen. Die Inaktivierung des Toxins soll dabei durch Verhinderung der Absorption bzw. durch Toxinabbau zustande kommen. Während durch Tonminerale, die häufig in modifizierter Form als Adsorbentien verwendet werden, für Aflatoxin B₁, dem unter unseren Produktionsbedingungen keine praktische Bedeutung zukommt (gesetzliche Höchstmengenregelung), zumindest eine teilweise detoxifizierende Wirkung nachgewiesen wurde, lassen die in vivo Versuchsergebnisse zur Prä-

vention von Fusariotoxikosen bisher keine Wirksamkeit erkennen (RAMOS et al., 1996; TRENHOLM et al., 1996; DÄNICKE et al., 2000).

Schlussfolgerungen

Die momentan praktikabelste Möglichkeit des Umgangs mit DON- und ZON-kontaminierten Futterpartien besteht in der Verfütterung an weniger empfindliche Nutztiere (Mastrinder, Masthühner) sowie das Verschneiden bei der Rezepturgestaltung von Futtermischungen. Die Verwendung von Detoxifikationsmitteln (adsorptiv wirkende Substanzen) ist bei der Prävention von Toxikosen, die durch DON und ZON verursacht werden, wirkungslos.

Daher muss die Prävention über Ausschöpfung aller pflanzenbaulicher Maßnahmen bereits auf dem Feld beginnen, um den Anfall Toxin-kontaminierter Futtermittelchargen zu reduzieren. Strategien hierzu wurden von OLDENBURG et al. (2000) vorgeschlagen.

Literatur

- BAUER, J.:
Möglichkeiten zur Entgiftung mykotoxinhaltiger Futtermittel. *Mh. Vet. med.* **49** (1994), 175-181
- BAUER, J.:
Mykotoxine in Futtermitteln: Einfluss auf Gesundheit und Leistung. In: *Handbuch der tierischen Verdauung*. 25. Auflage, Kammlage-Verlag, Osnabrück (2000), 169-192
- BML:
Orientierungswerte für kritische Konzentrationen an Deoxynivalenol und Zearalenon im Futter von Schweinen, Rindern und Hühnern. *VDM 27/00* (2000) 2-3
- BÖHM, J.:
Über die Bedeutung der Mykotoxine Deoxynivalenol, Zearalenon und Ochratoxin A für landwirtschaftliche Nutztiere. *Arch. Anim. Nutr.* **42** (1992), 95-111
- CHARMLEY, L.L.; PRELUSKY, D.B.:
Decontamination of fusarium mycotoxins. In: *Mycotoxins in grain compounds other than aflatoxins*. Ed. by MILLER, J.D. and H.L. TRENHOLM, St. Paul, Eagan Press. (1994), 421-435
- DÄNICKE, S.; VALENTA, H.; UEBERSCHÄR, K.-H.:
Risikoabschätzung und Vermeidungsstrategien bei der Fütterung. In: *Risikofaktoren für die Fusariumtoxinbildung und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung und Fütterung*. *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft Nr. 216*, Hrsg. S. DÄNICKE und E. OLDENBURG (2000), 35-138
- DÄNICKE, S.; GAREIS, M.; BAUER, J.:
Orientation values for critical concentrations of deoxynivalenol and zearalenone in diets for pigs, ruminants and gallinaceous poultry. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **10** (2001), 171-174
- DÖLL, S.; VALENTA, H.; DÄNICKE, S.; FLACHOWSKY, G.:
Fusarium mycotoxins in conventionally and organically grown grain from Thuringia/Germany. *Landbauforschung Völknerode* **52** (2002), 91-96
- ELLNER, F.M.:
Occurrence of fusarium toxins in the 1999's harvest. *Mycotox. Res.* **16A/1** (2000), 21-25
- KAN, C.A.:
Factors affecting absorption of harmful substances from the digestive tract of poultry and their level in poultry products. *World's Poult. Sci. J.* **50** (1994), 39-53
- LUFA-Nord-West:
Landwirtschaftsblatt Weser-Ems **149**, Ausg. 51/52 vom 20.09. (2002), 30-32
- MÜLLER, H.M.:
Entgiftung von Mykotoxinen: 1. Physikalische Verfahren. *Übers. Tierernährg.* **10** (1982), 95-122
- MÜLLER, H.M.:
Entgiftung von Mykotoxinen: 2. Chemische Verfahren und Reaktion mit Inhaltsstoffen von Futtermitteln. *Übers. Tierernährg.* **11** (1983), 47-80

- MÜLLER, H.M.; REIMANN, J.; SCHUMACHER, U.; SCHWADORF, K.:
Natural occurrence of fusarium toxins in barley harvested during five years in an area of southwest Germany. *Mycopathol.* **137** (1997), 185-192
- OLDENBURG, E.; VALENTA, H.; SATOR, CH.:
Risikoabschätzung und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung. In: Risikofaktoren für die Fusariumtoxinbildung und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung und Fütterung. *Landbau-forschung Völkenrode, Sonderheft Nr. 216*, Hrsg. S. DÄNICKE und E. OLDENBURG (2000), 5-34
- RAMOS, A.J.; FINK-GREMMELS, J.; HERNANDEZ, E.:
Prevention of toxic effects of mycotoxins by means of nonnutritive adsorbent compounds. *J. Fd. Prot.* **59** (1996), 631-641
- SCOTT, P.M.:
Effect of food processing on mycotoxins. *J. Fd. Prot.* **47** (1984), 489-499
- SCOTT, P.M.:
Industrial and farm detoxification processes for mycotoxins. *Revue Med. Vet.* **149** (1998), 543-548
- TRENHOLM, H.L.; CHARMLEY, L.L.; PRELUSKY, D.B.:
Mycotoxin binding agents: an update on what we know. *Proc. of Alltech's 12th Annual Symp. on Biotechnology in the Feed Industry* (Ed. T. P. LYONS & K. A. JACQUES) Nottingham University Press (1996), 327-349

Anschrift des Verfassers
Dr. SVEN DÄNICKE
Institut für Tierernährung
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50
D-38116 Braunschweig